

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**EFFECTO DE LA RANCIDEZ OXIDATIVA DEL ARROZ EN LA ELABORACIÓN DE  
LA CERVEZA.**

Informe de práctica profesional controlada  
presentada a la Facultad de Ciencias  
Agropecuarias y Forestales de la  
Universidad de La Frontera, como parte de  
los requisitos para optar al título de  
Biotecnólogo.

OSVALDO PROFIDIO PRADEL GONZALEZ

PROFESOR GUÍA

JOSE LUIS TOBAR ESPEJO

TEMUCO – CHILE

2013

**EFFECTO DE LA RANCIDEZ OXIDATIVA DEL ARROZ EN LA ELABORACIÓN DE  
LA CERVEZA.**

PROFESOR GUIA : \_\_\_\_\_

José Luis Tobar Espejo  
Bioquímico Universidad Austral de Chile  
Jefe Aseguramiento de Calidad  
CCU-Planta Temuco

PROFESORES CONSEJEROS : \_\_\_\_\_

Mario Mera K.  
Ing. Agr MSc PhD Genética- Fitomejoramiento  
INIA-Carillanca

CALIFICACION PROMEDIO TESIS : \_\_\_\_\_

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco de todo corazón a dios, a mis padres y mis hermanos y a todas las personas que directa o indirectamente han tenido a bien ayudarme, darme su apoyo y aliento, gracias a su cariño, comprensión y confianza he logrado culminar mi esfuerzo y he llegado a realizar una de mis grandes metas, este presente simboliza mi gratitud por toda la responsabilidad e invaluable ayuda que siempre me han proporcionado.

De igual manera quiero agradecer a mis compañeros de universidad y profesores en especial a la Dra. Maribel Parada y el Dr. Mario Mera, con quienes tuve la oportunidad de compartir y me enseñaron a ser una mejor persona y que durante todos los años pudieron convivir conmigo y aceptarme tal cual soy, y lograr crear un ambiente sano y llevadero.

Quiero darle las gracias a don José Luis Tobar por la oportunidad que me ha brindado de incorporarme al mundo laboral prematuramente y de esta manera seguir luchando por cumplir mis objetivos, además de todos mis compañeros de trabajo con los que he logrado compartir durante este año.

A todos ustedes muchas gracias.

## ÍNDICE

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	Historia de la cerveza	4
2.2	Historia de la cerveza en Chile	8
2.3	Consumo y producción de cerveza en Chile y el mundo	9
2.4	Elaboración de la cerveza	11
2.4.1	Fermentación alta o Ale	11
2.4.2	Fermentación baja o Lager	12
2.5	Materias primas	12
2.5.1	Malta o cebada malteada	12
2.5.2	Características de la cebada	14
2.5.3	Malteado de la cebada	16
2.5.4	Germinación de la cebada	17
2.5.5	Secado y tostado	18
2.6	Análisis de la malta en el laboratorio	19
2.6.1	Humedad	20
2.6.2	Clasificación	20
2.6.3	Friabilidad	20
2.6.4	Granos vítreos	21
2.6.5	Extracto	21
2.6.6	Proteína total y proteína soluble	21
2.6.7	Nitrógeno amino libre FAN	22
2.6.8	pH	23
2.6.9	Color	23
2.7	Arroz o adjunto	23
2.8	Pulido del arroz	24
2.8.1	Lípidos en el arroz	24

2.8.2	Fosfolípidos	25
2.8.3	Triglicéridos	26
2.8.4	Calidad del arroz	27
2.8.5	Almacenamiento del arroz	28
2.9	Lípidos en la cerveza	30
2.10	Parámetros a determinar en el arroz	30
2.10.1	Humedad	30
2.10.2	Extracto	30
2.10.3	Lípidos	31
2.10.4	Frescura	31
3	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	32
3.1	Muestreo de granos	32
3.2	Determinación de humedad	34
3.3	Extracto de malta (mosto congreso)	34
3.3.1	Maceración	34
3.3.2	Filtración	35
3.3.3	Determinación de gravedad específica	35
3.4	Clasificación de la malta	35
3.4.1	Clasificador	35
3.4.2	Harneros	35
3.5	Proteína total	36
3.6	Proteína soluble (mosto congreso)	36
3.7	Nitrógeno amino libre FAN	36
3.8	pH mosto congreso	37
3.9	Color	37
3.10	Friabilidad y granos no modificados	37
3.11	Humedad del arroz	38
3.12	Contenido de lípidos del arroz	38
3.13	Frescura del arroz	38
3.14	Extracto del arroz	38

3.14.1	Maceración	38
3.14.2	Enfriamiento y filtración	39
4	RESULTADOS.	40
4.1.	Resultados análisis de silo lleno de arroz.	40
4.1.1.	Resultado análisis contenido total de lípidos.	40
4.1.2.	Resultado determinación de humedad.	40
4.1.3.	Resultado extracto arroz.	41
4.1.4.	Resultado determinación de extracto de malta	41
4.1.5.	Resultado análisis de clasificación silo lleno de malta.	42
4.1.6.	Fecha de apertura y cierre de los silos de arroz.	44
4.1.7.	Resultados Análisis de fermentación TCC (tanque cilindro cónico) llenados con el silo 10 del 20 de febrero.	45
4.1.8.	Resultados Análisis de fermentación TCC llenados con el silo 9 del 7 de marzo.	46
4.1.9.	Resultados Análisis de fermentación TCC llenados con el silo 10 del 22 de marzo.	46
4.1.10.	Resultados Análisis de fermentación TCC llenados con el silo 9 del 12 de septiembre.	47
5.0	CONCLUSIONES.	50
6.0	LITERATURA CITADA.	51

## 1. INTRODUCCIÓN

La elaboración de la cerveza ha sido llevada a cabo desde tiempos inmemorables, donde sus recetas se han ido perfeccionando día a día, introduciendo nuevos ingredientes y mejorando sus procesos al cabo de pasar de un proceso completamente manual o artesanal a procesos industriales ampliamente automatizados. La elaboración de la cerveza está constituida de tres ingredientes básicos y según "Statuta thaberna" de 1434 de la ciudad de Weissensee y después a través de la "ley de la pureza" Bávara decretada el 16 de abril de 1516 sólo puede estar elaborada a partir de cebada malteada, agua y lúpulo, en las dosis que se estime conveniente. Esta ley hasta el día de hoy aún permanece vigente, cabe destacar que en esta ley no se menciona la levadura, ya que ésta fue descubierta en 1880 por Louis Pasteur, quién determinó que la levadura formaba parte del proceso de fermentación.

El proceso de elaboración de la cerveza es llevado a cabo mediante la acción de tres procesos bioquímicos sucesivos que corresponden a la formación de enzimas durante la germinación del grano de cebada, luego la transformación del almidón en azúcar fermentable mediante la acción de las mismas enzimas y finalmente la transformación del azúcar en dióxido de carbono y alcohol durante la fermentación. La enzima generada durante el proceso de germinación es suficiente para transformar de manera eficiente hasta un 30 % de almidón extra en azúcar, que puede ser agregado a través de otros ingredientes denominado "Adjunto", es por esto que desde los años 1860 a 1870 en Estados Unidos se determinó como una ventaja económica el utilizar Adjuntos sin maltear como sémola de maíz y arroz en la elaboración de la cerveza. A la luz de estos descubrimientos y agravados por la escasez de materia prima o debido a la ubicación geográfica, en otras partes del mundo se ha optado por utilizar otras fuentes de azúcar, como avena, trigo, sorgo, etc.

En Chile uno de los adjuntos más ampliamente utilizados es el arroz, que se agrega en una proporción del 30% con respecto a la malta, pero la adición de estos ingredientes puede traer consigo aspectos poco deseados para el mundo cervecero. Uno de ellos es que debido al contenido de lípidos en el arroz y al proceso de pulido que se le realiza al arroz para su

blanqueamiento genera una destrucción celular que libera enzimas altamente reactivas que desencadenan reacciones químicas responsables de la rancidez del arroz durante su almacenamiento.

Debido a la escasa o nula información que existe en el mundo cervecero con respecto a la rancidez del arroz y sus posibles consecuencias en la obtención de un buen producto final se generó interés por evaluar de qué manera las reacciones químicas generadas durante el almacenamiento de las materias primas, pueden estar afectando el proceso, junto con evaluar las características de la malta utilizada en CCU-Temuco en comparación a los certificados entregados por el proveedor, además del certificado la Malta Patrón estándar entregado por la European Brewery Convention (Convención Cervecera Europea) EBC.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general.**

Determinar la influencia del contenido de lípidos sobre el tiempo de fermentación y contenido de alcohol en la elaboración de la cerveza en la planta CCU Temuco.

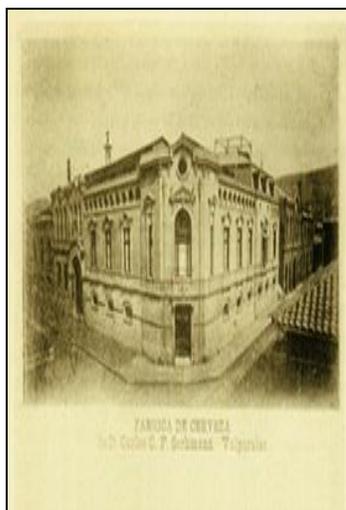
### **Objetivos específicos.**

- Realizar un muestreo primario de cada uno de los camiones con los que se llena un silo de malta o arroz, para luego generar una muestra común en el laboratorio.
- Determinar el contenido extracto, humedad y lípidos totales presentes en todas las recepciones de arroz.
- Analizar el contenido de humedad, friabilidad, nitrógeno, extracto y clasificación de granos para cada una de las recepciones de malta.
- Determinar el contenido de alcohol y días de fermentación de todos los tanques fermentados.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### 2.1. Historia de la cerveza.

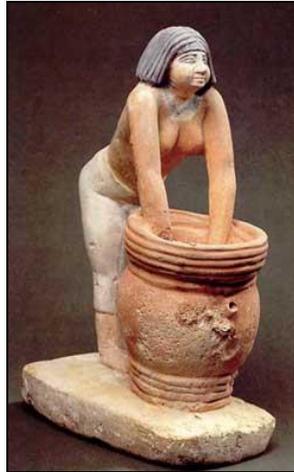
Para encontrar los primeros indicios de elaboración de la cerveza nos tenemos que remontar hasta el periodo Neolítico unos 4000 a. c. donde restos encontrados de sumerios y babilonios, antigua Mesopotamia (actual Irak), describen en unas tablas de arcilla una bebida llamada Siraku que era fabricada a base de pan cocido en migas mezclado con agua y fermentado. En el año 3500 a. c. en Gondin Tepe, antiguo Elam (actual Irán) se hallaron también evidencias de producción de cerveza, que estarían vinculadas al periodo de transición de recolectores y cazadores a agricultores y ganaderos, donde las primeras plantas en ser cultivadas fueron dos cereales que corresponden al trigo y la cebada materia prima utilizada en la elaboración del pan, cuyo proceso de elaboración es similar al de la cerveza, solo difiriendo de la cantidad de agua utilizada (Delwen,1996).



**Figura 1** Tabla de arcilla escrita por los Babilónicos.

La mitología Egipcia también nos entrega información valiosa de los primeros pasos sobre la elaboración de la cerveza (Salwa *et al.* 1994), ya que se atribuye a Osiris dios de la agricultura

quién enseñó a la humanidad el arte de elaborar cerveza, (Leiden y Brill, 1980). El proceso consistía en enterrar cubas con cereales para su germinación y producto de una posterior fermentación por la acción de levaduras salvajes se obtenía un fermento que junto al pan eran utilizados como alimento, tal como lo hacían en Mesopotamia en el año 2800 a. c. donde en algunas escrituras cuneiformes se mencionaba que a los trabajadores se les entregaba diariamente una ración de pan y cerveza. (Smith, 1995)



**Figura 2.** Mujer Egipcia elaborando cerveza.

Posteriormente en el periodo del rey Babilónico Hammurabi (2100 a 1700 a. c.) se creó una serie de leyes, donde se controlaba la fabricación y comercio de cerveza para evitar irregularidades y de manera de igualar los derechos de ambos. (Martí 1962)



**Figura 3.** Rey Hammurabi.

*Bajorrelieve en piedra caliza cuya figura representa al rey Hammurabi de Babilonia (2100 1700 a. de C.), quien ordenó la primera codificación de leyes para regular la práctica de la medicina y forma parte del monumento a una diosa que le salvó la vida. (Martí 1962).*

Se presume que la cerveza pasó desde Egipto a Europa producto de las cruzadas en el siglo VII y VIII donde los caballeros llevaban consigo cerveza desde Tierra Santa a Europa. Con el paso de los años la producción de cerveza tuvo un gran auge en Europa bajo el Imperio Carolingio entre los siglos VIII y IX al mando de los reyes francos Pipino el Breve y Carlomagno, ambos impulsaron el consumo de cerveza ya que era una fuente de hidratación más sana que el agua extraída de fuentes que era considerada fuente de enfermedades. Carlomagno mando a llamar a los mejores fabricantes de cerveza de la época y mencionó la elaboración de cerveza por primera vez como un oficio.

Durante la edad media hubo bastantes cambios en el mundo de la cerveza, dónde pasó de ser una labor femenina a una labor masculina, los monasterios pasaron de cultivar de cereales a productores de cerveza y se convirtieron en hostales para los viajeros, donde se les vendía una ración de pan con una jarra de cerveza para reponer el viaje (Halphen, 1947)

La manera utilizada para mantener y darle un toque especial a la cerveza era utilizando distintas hierbas como preservantes y aromatizantes tal es caso del romero, cilantro, entre otros, pero sin duda el más utilizado era una mezcla de hierbas denominada Grut (Kunze, 2004), cuyas

recetas no eran reveladas de manera de mantener su autenticidad para evitar que fueran plagiadas, como así también fijar los precios y dosis por hectólitro de cerveza. Ya en el siglo XIV a raíz de los altos precios del Grut se institucionaliza el uso del lúpulo como aromatizante en la cerveza, ésta introducción estuvo a cargo de los monjes Belgas mientras refinaban el proceso de elaboración.

La escases de grano producto de malas cosechas y de la extensión del conocimiento cervecero a zonas donde no crece la cebada llevaron a la utilización de otras materias primas distintas de la cebada a un menor costo, así también, muchas veces se modificaba el uso del lúpulo por hierbas amargas que en ocasiones ponían en riesgo la salud de las personas, es debido a estos inconvenientes se estableció mediante leyes que la cerveza debía ser elaborada sólo a base de cebada malteada, agua y lúpulo. El primer documento que reglamenta la fabricación de la cerveza se encuentra en el artículo 12 del "Statuta thaberna" de 1434 de la ciudad de Weissensee y posteriormente en la "ley de la pureza" Bávara Reinheitsgebot decretada 16 de abril de 1516 por el duque Alemán Guillermo IV, quien también fijó el precio por cada medida de manera de establecer un valor justo, es por esto que se cree que esta fue la primera ley de protección al consumidor (Kunze, 2004)

El primer paso a la industrialización del mundo cervecero fue llevado a cabo el año 1846 con la introducción la maquina a vapor por Gabriel Sedlmayr construida en 1765 por James Watt, luego fue Carl Von Linde quien introdujo la máquina frigorífica, lo que ayudo a la producción de cerveza del tipo Lager de fermentación baja que requiere de suministro de frío y ya no depender de la época del año para producir cerveza (Spencer, 2003), lo que luego se vio complementado con los aportes de Louis Pasteur quién es denominado el padre de la microbiología moderna, al demostrar que el proceso de fermentación es atribuible a la presencia de microorganismos. Luego Emil Christian Hansen en 1883 termino los trabajos de Pasteur en un laboratorio de la cervecería Carlsberg en Copenhage estableciendo un método para el cultivo de microorganismos, el cual fue mejorado por Paul Lindner en 1893, lo cual permitió realizar cultivos puros de levaduras y eliminar notablemente la presencia de contaminantes durante el proceso de fermentación (Peter, 1959)

En el año 1875 Adolphus Bush introdujo la cerveza en EEUU dando origen a la industria Budweiser una de las más grandes del mundo hoy en día, su gran crecimiento se produce debido

a que a diferencia de los Alemanes que gracias al edicto de pureza sólo utilizaban malta, agua y lúpulo, los Estadounidenses vieron el beneficio de utilizar harina de maíz y sémola de arroz como adjunto en la elaboración de la cerveza, lo que les trajo grandes beneficios económicos, pero producto de la ley seca en el año 1919 que prohibía la venta de alcoholes el mercado cervecero tuvo un gran retroceso, lo que provoco aumento del mercado negro y contrabando de alcohol, que termino por derrocar esta ley en 1933.

## **2.2. Historia de la cerveza en Chile.**

La llegada de la cerveza a Chile está ligada a los años de la independencia y la apertura de los puertos al comercio extranjero, (Couyoumdjian, 2004) es así como en el año 1822 se instaló la primera cervecería en la Chimba. Pereira (1989), indica que la primera fábrica en elaborar cerveza en Chile se construyo en Valparaíso en 1850 y fue instalada por Joaquín Plageman y de ahí en adelante siguieron aumentando el número de industrias fuertemente influenciadas por la tradición Alemana, pero sin embargo una de las cervecerías más grandes de la época era Gubler y Cousiño fundada en 1883 por el suizo Augusto Gubler, conocedor de la industria cervecera, ese mismo año en Limache se formó la fábrica de cerveza fundada por el alemán Carlos Hoff-mann, que posteriormente pasó a llamarse Hoffmann y Ribbeckm. En 1891 Plagemann y Cía. de Valparaíso se fusionó con Höffmann y Ribbeckm de Limache para constituir la sociedad Fábrica Nacional de Cerveza S.A. En 1896, José Fischer maestro cervecero alemán, funda en Punta Arenas “Cervecería La Patagonia”, actualmente Cervecería Austral, la más austral del mundo.

En el año 1900 la fabrica Gubler y Cousiño pasó por una crisis lo que provocó que se fusionara con la fábrica de Limache en 1902, pasando a formar Compañía de Cervecerías Unidas más conocida como CCU, que a partir de ese instante comenzó a consolidarse en el mercado y adquiriendo nuevas industrias cerveceras como lo fue el caso de las cervecerías de Talca y Concepción en 1923 que controlaban el mercado de Rancagua hasta Temuco, seguido al crecimiento de la Compañía CCU y producto de la crisis económica de 1930 muchas de las cervecerías pequeñas entregaron el control del mercado a CCU, para así también disminuir considerablemente la variedad de productos ofrecidos (Couyoumdjian, 2004).



**Figura 4.** Fábrica de cerveza Cousiño. <http://www.ccu.cl/quienes-somos/nuestra-historia/>

En 1916 la familia Chadwick fundó Malterías Unidas (ahora Maltexco), hasta hoy el principal proveedor de cebada malteada y productos derivados para la fabricación de cerveza.

En las últimas décadas CCU sigue siendo el principal controlador del mercado y es así como en el año 1999 inaugura en Temuco una de las plantas más modernas del Sudamérica con una capacidad de producción de 120 mil hectólitros mensuales, en 2000 adquirió el 50% de la cervecería Austral y luego en 2002 adquiere el 50% + 1 de la cervecería Kunstmann en Valdivia. En 2003 Heineken ingresa a la compañía comprando las acciones del grupo Alemán Paulaner que había adquirido en el año 1990 (<http://www.ccu.cl/quienes-somos/nuestra-historia/>).

### **2.3. Consumo y producción de cerveza en Chile y el mundo.**

El consumo y producción de cerveza son dos temas que están ligados tanto en Chile y el mundo, ya que la producción depende directamente de la demanda o consumo más que de la oferta, es así como en muchos países (sino en la mayoría) el consumo per-cápita de cerveza ha ido aumentando notablemente y así también su producción. Si en la década de los 90 en Chile solo se producían 3.6 millones de hectolitros (Hl), en el 2002 la cifra subió a 4.0 millones y a 6 millones en 2008 (Kunze, 2004), y en 2010 según cifras del Ministerio de Salud el consumo per-

cápita bordea los 40 litros por persona (Minsal, 2009-2010), lo que también se ve reflejado por el aumento de la producción.

**Cuadro N° 1** Producción y consumo de cerveza en Chile en hectolitros.

<b>AÑO</b>	<b>1993</b>	<b>2002</b>	<b>2008</b>	<b>2010</b>
<b>Producción anual HL.</b>	3,6	4	6	6,4
<b>consumo per-cápita HL</b>	20	25	36	40

A nivel mundial el panorama es similar, pero con el paso de los años el panorama ha ido variando lentamente es así como en 1995 el mayor productor de cerveza en el mundo era EEUU con una producción de 234 millones de HL, en 2002 el mayor productor de cerveza en el mundo pasó a ser China con 236 HL por sobre los 235 HL de EEUU, pero sí de consumo se trata el panorama es bastante distinto, lo que queda demostrado en la siguiente cuadro (Kunze, 2004), (Kirin Institute, 2012).

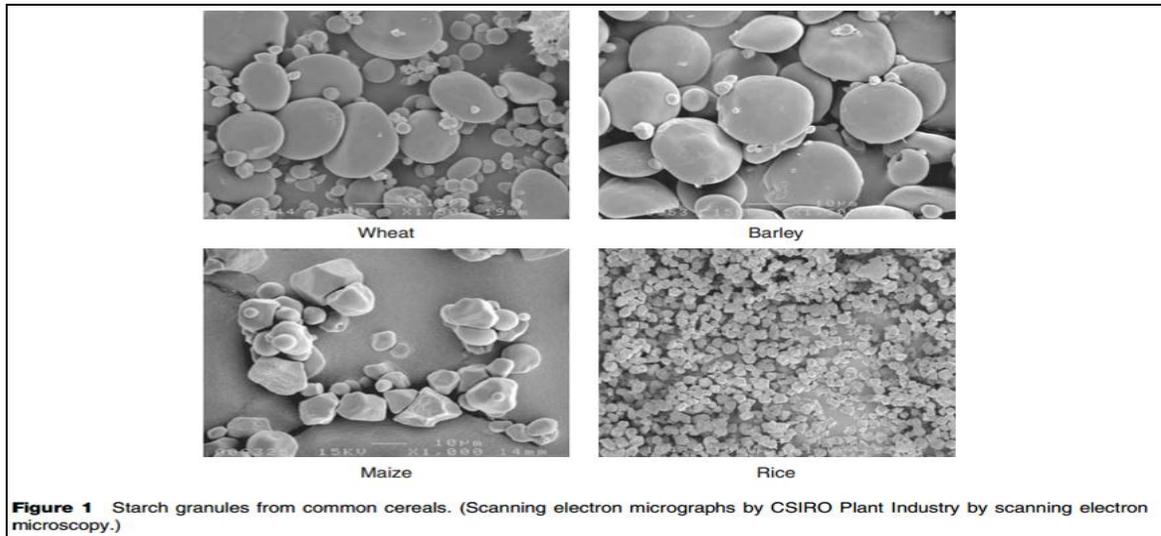
**Cuadro N°2** Principales países productores de cerveza en el mundo. (Millones de hectólitros).

<b>País</b>	<b>1995</b>	<b>2002</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
<b>EEUU</b>	233,7	234,6	241,5	238,6
<b>China</b>	154,6	235,6	442,5	489,8
<b>Alemania</b>	117	108	87,8	87,6

**Cuadro N°3** Países con mayor consumo per-cápita de cerveza en el mundo en litros.

<b>País</b>	<b>1995</b>	<b>2002</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
<b>República Checa</b>	159	160	124,6	122,8
<b>EEUU</b>	83,5	83,4	79,2	76,6
<b>China</b>			30,5	33,3

<b>Alemania</b>	135,9	125	107,7	107,6
-----------------	-------	-----	-------	-------



**Figura N°5.** Consumo global de cerveza por continente entre el 2002 y 2011.

## 2.4. Elaboración de la cerveza.

Existen dos tipos de cerveza que se diferencian de acuerdo al tipo de levadura utilizada durante la fermentación, que son las de fermentación alta o Ale y las de fermentación baja o Lager.

**2.4.1. Fermentación alta o Ale.** La cerveza tipo Ale se originó en Baviera en la época medieval y posteriormente ha llegado a ser el tipo predominante en el mundo. Las Ale son conocidas debido a que la mayor parte de la fermentación ocurre en suspensión, lo que provoca una rápida fermentación o transformación de azúcares en alcohol y dióxido de carbono, además eliminan una nata o espuma mientras ocurre el proceso de fermentación para decantar finalmente al final del periodo de fermentación. Las Ale se fermentan a temperatura ambiente o dicho de otra manera prefieren temperaturas más altas, tornándose inactivas por debajo de los 12°C por lo que en cierta forma dependen de la época del año para realizar una eficiente fermentación, tienen una

notable cantidad de esteroides con aroma a fruta. En los siglos anteriores a los descubrimientos de Pasteur los fabricantes de cerveza ignoraban los beneficios de la espuma que se formaba y la eliminaban y para las siguientes fermentaciones solo dependían de que barriles con mosto se contaminaran con levaduras silvestres (Brown *et al.* 1989). (De Clerk, 1957).

**2.4.2. Fermentación baja o Lager.** Las cervezas tipo Lager en cambio prefieren una fermentación baja el fondo del tanque y trabajan a una temperatura mucho más baja, alrededor de los 4 y 12 °C, por lo que requieren de suministro de frío para mantener esas temperaturas durante la fermentación. Estas bajas temperaturas hacen que el proceso fermentación sea más lento que en las de tipo Ale, es a esto que hace referencia su nombre, ya que proviene del Alemán “lagern” y significa “guardar”. La cerveza de tipo Lager generalmente posee menos contenido alcohólico, menos aroma floral y más aroma lúpulo que la Ale (Knudsen, 1977).

## **2.5. Materias Primas.**

Para la elaboración de la cerveza según la ley de pureza Bávara sólo se requiera de cebada malteada agua y lúpulo, pero en países que no han adoptado esta fórmula han decidido adicionar otras materias primas adicionales a la elaboración de la cerveza como lo es el caso del adjunto y el caramelo. En este informe se dará énfasis en lo que respecta a las materias primas responsables del extracto fermentable de la cerveza como lo son la malta y el arroz.

**2.5.1. Malta o Cebada malteada.** La cebada, *Hordeum vulgare*, es el ingrediente más importante en la fabricación de la cerveza, es por esto que hay que seleccionar muy bien cuál es la que se va a utilizar. Aquí es donde entra en juego el interés de los productores, que privilegia la cantidad sobre calidad, el maltero, que prefiere una malta de homogénea y de rápida germinación, y el cervecero, que busca una malta con alto contenido de almidón y enzimas, aparte de una serie de otras características (Kling *et al.* 2004).

Para poder lidiar con estos inconvenientes durante muchos años se han ido seleccionando variedades de malta que puedan beneficiar a los tres actores involucrados en el proceso de la

cebada (Peel, 2000). Es así como han surgido variedades de cebada de alto rendimiento que cumplen con los requisitos de solicitados por malterías y cervecerías.

La cebada se identifica fácilmente por sus largas barbillas, podemos encontrar tanto de verano como de invierno, de dos y seis hileras de granos. En las cebadas de dos hileras solo se deposita un grano por cada posición, generando granos más grandes y uniformes, con menor contenido de cáscara, además de un mínimo de arrugas y cultivadas preferentemente en verano. A diferencia las de seis hileras que producto de la falta de espacio los granos no crecen lo suficiente debido a que entran a competir por la misma posición, generando granos menos homogéneos y que se doblan en la punta. A través de los granos doblados podemos reconocer cebadas de seis hileras, que son cultivadas de preferencia en invierno (Wrigley *et al.* 2004).

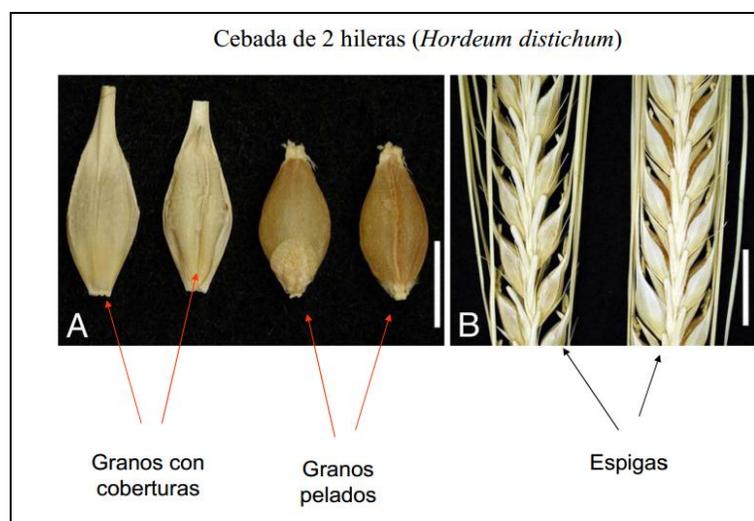
En cuanto a rendimiento, la cebada de invierno tiene un rendimiento de 6 ton/ha, a diferencia de la de verano que solo produce 4 ton /ha, pero con la diferencia de que la cebada de verano tiene un ciclo de 150 días muy por debajo de los 300 días de las variedades de invierno. Además la cebada de verano cumple con la mayoría de los requisitos para la fabricación de la cerveza, es por esto que se le ha dado mayor énfasis en su cultivo. Últimamente se han desarrollado variedades de invierno de dos hileras obteniendo un alto rendimiento y de muy buena calidad.



**Figure 2** Comparison of the spike morphology of two-rowed barley (left) and six-rowed barley (right).

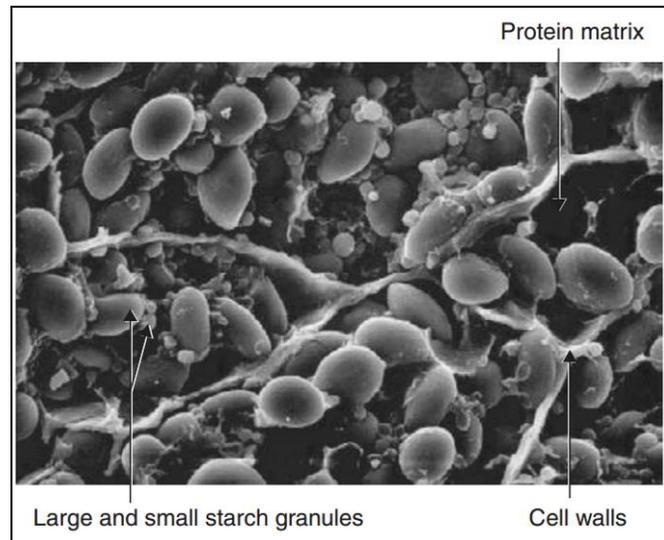
**Figura N°6** Cebada de 2 hileras a la izquierda y de 6 hileras a la derecha.

**2.5.2. Características de la cebada.** El grano de cebada utilizado en la producción de cerveza es del tipo glumáceo, es decir que las cáscaras lemma y palea (glumas) ventral y dorsal están íntimamente ligadas con el pericarpio y la testa del grano, quedando en el después de la trilla a diferencia del trigo y algunas variedades de cebada que la pierden durante este proceso dejando el grano desnudo (Wrigley *et al.* 2004).

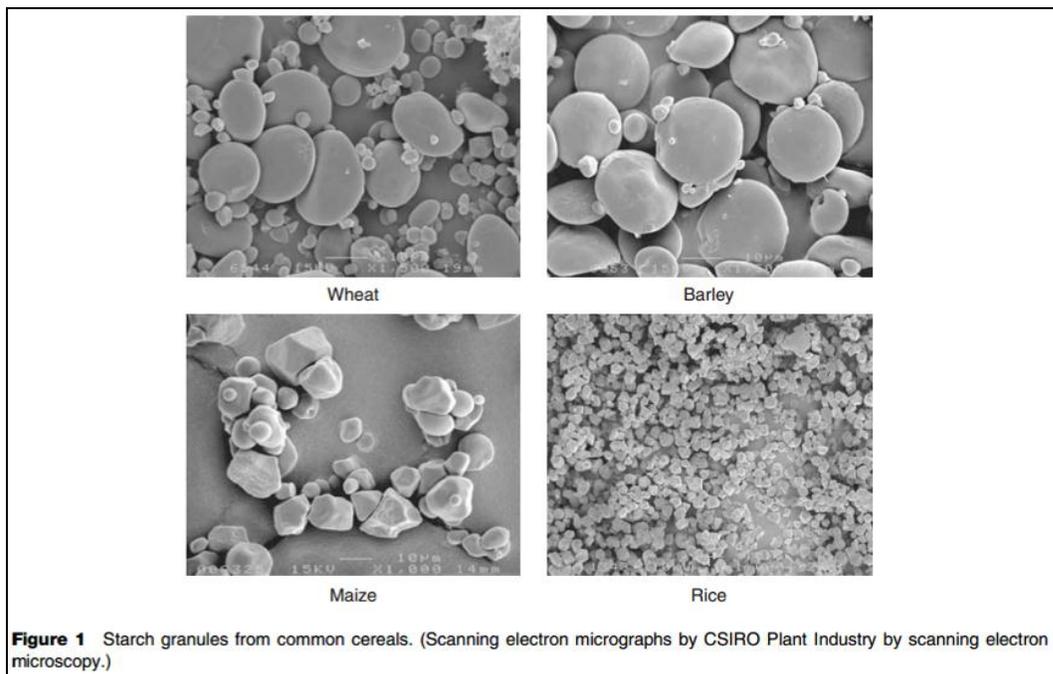


**Figura N°7.** Granos cubiertos y granos desnudos.

El grano por su parte se divide internamente en tres partes que son el endospermo, el embrión y la cáscara o salvado. El embrión se separa del endospermo por una delgada capa de células denominada escutelo, el endospermo contiene en su interior gránulos de almidón de tamaño grandes de 20 a 30 micras y pequeños de 3 a 5 micras, estos últimos representan máximo el 10% del peso del grano y no existen los gránulos de tamaño intermedio (Casarrubias-Castillo *et al.* 2012).



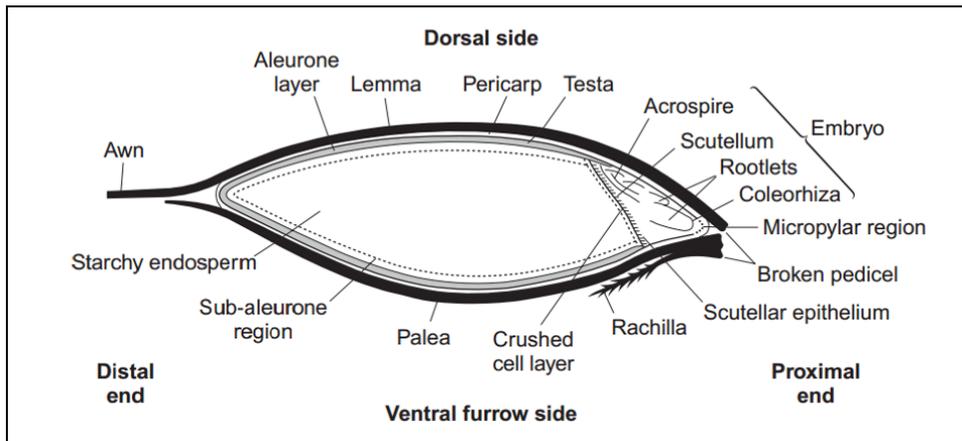
**Figura N°8.** Gránulos de almidón.



**Figure 1** Starch granules from common cereals. (Scanning electron micrographs by CSIRO Plant Industry by scanning electron microscopy.)

**Figura N°9.** Gránulos de almidón de distintos cereales.

Por otra parte la cubierta del grano o salvado que está formado por una serie de capas donde podemos distinguir la testa que es la capa mas interna, selectiva solo al agua pura y rodea todo el grano, la testa está rodeada por el pericarpio y este a su vez por la epidermis que está cubierta finalmente por las cáscaras del grano.



**Figura N°10.** Corte longitudinal de un grano de cebada.

Un grano de cebada sin maltear está compuesto por un 14 a 15% de humedad que puede variar entre un 12 y 20%, dependiendo de la cosecha. Tiene entre un 70 a un 85% de hidratos de carbono, dentro de los cuales encontramos el almidón, azúcar en bajo contenido, celulosa y hemicelulosa. Contiene de un 10,5 a un 11,5% de proteínas, principalmente como proteínas de transporte y sustancias albuminoideas, un 2 a un 4% de sustancias minerales, de 1,5 a un 2% de grasas y otros compuestos en alrededor del 2% como enzimas, polifenoles y vitaminas (Mac Gregor y Bhatti, 1993)

**2.5.3. Malteado de la cebada.** Antiguamente el malteado era oficio del cervecero donde recibían el nombre de “cervecero maltero” hoy en día ese oficio ha pasado a manos de grandes malterías comerciales (Kunze, 2004).

El malteado consiste en hacer germinar la cebada en presencia de un cierto contenido de humedad de manera de romper el estado de latencia de las semillas y generar un alto contenido de enzimas, para posteriormente detener el proceso de germinación mediante un proceso de secado y tostado de la malta (Wrigley *et al.* 2004).

La cebada es recibida por la maltera y analizada en sus laboratorios, luego se le realiza una limpieza de los restos contaminantes no malteables como semillas, polvo y pajas además de piedras, metales, tornillos, sacos, etc. para finalmente realizar una clasificación de los granos, de manera de entregar una malta muy pura y homogénea a las cervecerías (Wrigley *et al.* 2004).

Luego esta malta es almacenada en silos hasta su utilización. La clasificación de los granos es de suma importancia, ya que los granos más hinchados y de mayor tamaño tienen un mayor contenido de almidón que los delgados y pequeños, es por esto que son los preferidos de las cerveceras. Además los granos de mayor tamaño durante el remojo demoran más tiempo en absorber el agua que los pequeños razón por la cual no se obtiene una malta uniforme (Kunze, 2004).

Durante el almacenamiento de la cebada en la maltera algo que no se puede dejar de considerar es que el embrión sigue realizando sus funciones vitales como lo es la respiración, aunque ésta esté restringida al mínimo. Durante la respiración es consumida la glucosa y transformada en agua y dióxido de carbono, pero en ausencia de oxígeno ocurre una respiración intramolecular que libera compuestos nocivos para el propio embrión como lo son alcanales y alcanoles. Li *et al.* (2008) destaca la importancia de la oxigenación de la cebada durante el almacenamiento, pero advierte la desventaja que la respiración consume glucosa lo que significa una pérdida de masa en el grano.

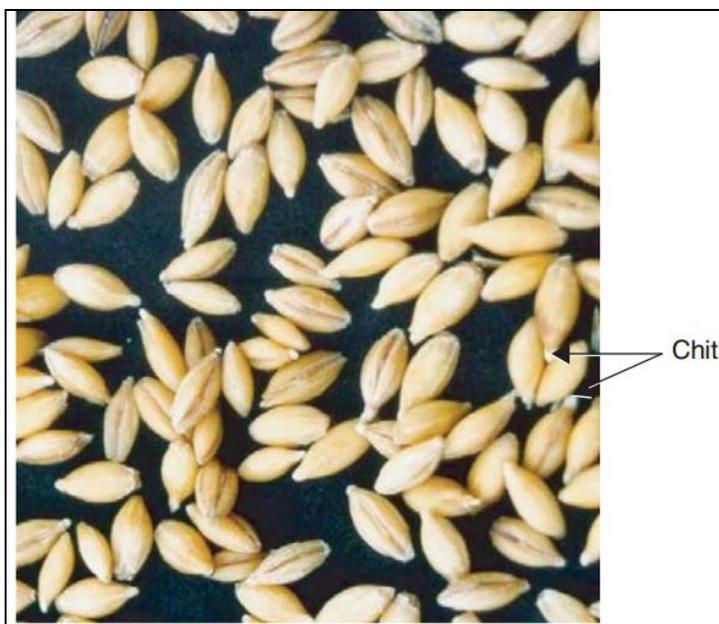
**2.5.4. Germinación de la cebada.** Cuando una partida de malta es solicitada, ésta es sacada de los silos de almacenamiento y puesta en remojo, donde el grano absorbe el agua suficiente para germinar y lograr activar las enzimas presentes en el interior del grano, periodo donde aumenta la demanda de oxígeno y se libera una gran cantidad de dióxido de carbono. El contenido de agua necesario para la germinación de la cebada es de alrededor de un 42% y el tiempo que demore en absorber el agua depende directamente de la temperatura, así como también del tamaño de los granos.

**Cuadro N°4** Temperaturas versus tiempos en la adsorción de agua por los granos de cebada.

Temperatura	Tiempo
5°C	100 h
10°C	75 h
15°C	50 h

Para la formación de una nueva planta de cebada se requiere de una gran cantidad de energía, para ello el embrión debe hacer uso de las reservas de almidón contenidas en el endospermo y de otras sustancias que son obtenidas a través de la respiración. Las reservas del endospermo se encuentran en un estado estable antes del proceso de germinación, que imposibilita al embrión hacer uso de esta sin la ayuda del agua. Además, debido a que son sustancias de alto peso molecular deben ser degradadas a sustancias solubles de bajo peso molecular, gracias a la ayuda de las enzimas que se forman durante el proceso de germinación.

El efecto visible del proceso de germinación es cuando la raicilla quiebra la base del grano, lo que ocurre al primer día de germinación y que debe alcanzar 1.5 veces la longitud del grano a los 3 ó 4 días. Las raicillas son eliminadas en el proceso de tostado y frotación, y son consideradas parte importante de la merma durante el proceso de malteado, ya que representan alrededor del 4% de la materia seca.



**Figura N°11.** Raicilla visible de granos de cebada.

Durante la germinación uno de los procesos más importantes es la formación de enzimas (Rosenkilde *et al.* 2013). Aunque algunas ya estén presentes en el grano en mínimas cantidades antes de la germinación, es en este proceso donde ocurre la mayor formación de enzimas que

posteriormente serán las encargadas de transformar almidón y otros compuestos durante el proceso de maceración. Dentro de las enzimas más importantes se encuentran:

- Enzimas de degradación de almidón: alfa-amilasa, beta-amilasa y dextrinas límite.
- Enzimas citolíticas: endo-beta-glucanasa, exo-beta-glucanasa, beta-glucanosolubilasa y endo-xilanasa.
- Enzimas degradadoras de proteínas o proteolíticas: proteinasas y peptidasas.
- Enzimas disociadoras de ester fosfórico: fosfatasas.

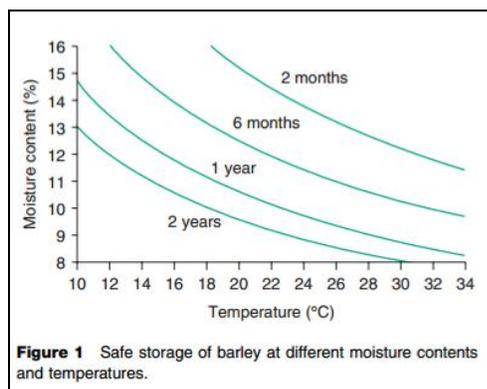
La formación de enzimas está muy ligada al proceso de respiración, por lo que se vuelve a recalcar la importancia de éste durante el proceso de germinación para la obtención de una abundante cantidad de enzimas.

**2.5.5. Secado y Tostado.** El proceso de secado consiste en interrumpir la germinación mediante el suministro de calor con aire caliente mientras el grano pasa a través de una torre para reducir su contenido de agua de un 40% a valores por debajo del 5%. Con esta reducción de agua se interrumpen todos los procesos dentro del grano, pero esto no debe afectar el contenido de enzimas que se habían generado previamente. El aumento de la temperatura para la etapa de tostado debe aumentar gradualmente para proteger el grano y solo puede pasar de los 50°C cuando el contenido de agua esté bajo el 12% de manera de evitar la producción de vapor y con esto provocar el engrudamiento de los granos, para llegar a una temperatura de unos 80 a 85°C como máximo durante el tostado para maltas pálidas y 105 a 110°C para maltas oscuras, con un tiempo que varía de 3 - 5 horas para evitar quemar los granos de malta (Kunze, 2004).

## **2.6. Análisis de la malta en laboratorio.**

En la industria cervecera es el laboratorio de control de calidad el encargado de evaluar la calidad de malta y contrastar sus resultados con el proveedor, además de realizar una serie de análisis físico-químicos para predecir la calidad y comportamiento que la malta tendrá durante el proceso de elaboración. Algunos de los análisis que se realizan son los siguientes:

**2.6.1. Humedad.** La humedad de la malta debe controlarse con la recepción de los granos y esta debe estar seca y no pegarse en las manos lo que indica un alto contenido de agua. Un alto contenido de agua no solo es importante del punto de vista económico, sino que también del punto de vista del almacenamiento de los granos, ya que altos niveles de humedad dificulta el proceso de molienda de los granos, que se verá reflejado en un bajo rendimiento en la sala de cocimiento (Wrigley *et al.* 2004).



**Figura N°12.** Contenido de humedad versus tiempo de almacenamiento de la cebada.

**2.6.2 Clasificación.** La clasificación es un análisis de suma importancia, ya que el contenido de almidón y proteínas depende del tamaño de los granos, la clasificación consiste en separar la malta en cuatro categorías al pasar a través de tres tamices vibrantes de 2.8mm, 2,5mm y 2,2mm.

Todo lo que queda retenido en el tamiz 1 y 2 corresponde a malta de primera categoría o de granos bien llenos, lo que queda retenido en el tamiz número 3 es de segunda categoría y todo lo que pasa por el tamiz número 3 es considerado en la categoría de borra o merma.

El tamaño del grano es indicativo de la cantidad de endospermo y de acuerdo a esto puede anticipar información acerca del extracto que dará la malta.

**2.6.3. Friabilidad.** Corresponde al análisis que determina la calidad del endospermo en cuanto a dureza y entrega una valiosa información sobre la transformación de granos duros a granos harinosos durante el proceso de malteo, se determina presionando los granos con un rodillo de goma sobre un tambor tamizante en rotación, separa granos blandos de granos duros.

**2.6.4. Granos vítreos.** Los granos vítreos corresponden a aquellos granos duros y transparentes que no germinaron y no se transformaron durante el proceso de malteo. Además, no se rompen durante el proceso que determina la friabilidad. Estos granos no friables y enteros pueden formar geles en el mosto.

**2.6.5. Extracto.** Este es uno de los procesos más importantes tanto del punto de vista económico como del proceso como tal, ya que es aquí donde se generan productos asimilables que serán fermentados posteriormente. Para dar inicio al proceso de elaboración de la cerveza primero se debe realizar la molienda de la malta, para luego ser llevada a la sala de cocimiento y ser mezclada con agua y adjunto. De todos los componentes que entran en solución, algunos son solubles como azúcares y minerales, pero otros como almidón y la celulosa son insolubles, pero son transformados a compuestos solubles como fructosa, sucrosa, glucosa, maltosa, y maltotriosa por acción de las enzimas generadas durante el proceso de malteo. A esta solución generada se le denomina extracto (Briggs *et al.* 2004)

Para determinar el porcentaje de extracto de la malta en el laboratorio se debe realizar la molienda y luego realizar un proceso de maceración estandarizado en un macerador y en relación a este se determinará el rendimiento de la malta.

**2.6.6. Proteína Total y Proteína Soluble.** El contenido de proteína se mide a partir del método para determinar el contenido de nitrógeno de sustancias orgánicas desarrollado por el químico danés Johan Kjeldahl en los laboratorios de la cervecería Carlsberg en 1880, donde su misión fue precisamente desarrollar un método para determinar el contenido de proteínas de los granos. Kjeldahl determinó que mientras menor es el contenido de proteína mayor es el rendimiento del grano. El contenido de proteína total debe ser menor al 10%. El proceso de determinación de proteína se desarrolla en tres pasos que consisten en la digestión, destilación y titulación o valoración (Persson, 2008).

El objetivo del procedimiento de digestión es romper todos los enlaces de nitrógeno en la muestra y convertir todo el nitrógeno en iones de amonio. El carbono orgánico y el hidrógeno forman dióxido de carbono y agua. Para este propósito el ácido sulfúrico fue originalmente

utilizado por Johan Kjeldahl y sigue siendo el ácido de elección. Sin embargo, el uso de ácido sulfúrico para la digestión no es práctico debido a la lenta velocidad del proceso de la digestión. La razón de esto es que la velocidad de la digestión y la ruptura de la muestra no sólo dependen de las propiedades del ácido, sino también de la temperatura real utilizada durante la digestión. Cuanto mayor sea la temperatura utilizada, más rápido se puede conseguir la digestión. Usando sólo ácido sulfúrico, la temperatura de digestión principalmente estará limitada por el punto de ebullición del ácido sulfúrico, que es 338 ° C. Cabe señalar que la temperatura crítica para la descomposición es tan alta como 373 ° C. La velocidad de la digestión puede ser enormemente mejorada por la adición de sal y catalizadores (Egli, 2008).

En un equilibrio químico los iones de amonio solvatados ( $\text{NH}_4^+$ ) producen gas amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) por reacción con iones hidroxilo ( $\text{OH}^-$ ) en exceso de hidróxido de sodio, el gas de amoníaco permanece en solución de ácido ya que es en la forma de iones de amonio que se une al ion sulfato para formar sulfato de amonio. Por la destilación de vapor de amoníaco se separa del tubo de muestra de vidrio y se condensa junto con el agua en el recipiente receptor (Persson, 2008).

La concentración de los iones de amonio capturados en el ácido se determina por medio de una titulación ácido-base comúnmente usando soluciones patrón. Dependiendo de la cantidad de iones amonio presentes, se utilizan concentraciones en el intervalo de 0,01 N a 0,5 N. Las titulaciones se pueden llevar a cabo por medio de una bureta utilizando un indicador de pH apropiado para indicar el punto final de  $\text{pH} = 4,65$  (Egli, 2008).

El contenido de proteínas se determina a partir del contenido de nitrógeno, el cual se encuentra en aproximadamente en un 16% en la proteína, por lo que  $100/16 = 6.25$  (Kunze, 2004)

**2.6.7. Nitrógeno Amino Libre FAN.** El contenido de nitrógeno amino libre de la malta se determina usando un método espectrofotométrico. Este procedimiento entrega una estimación de los aminoácidos, amonio y grupos  $\alpha$  - amino terminales de péptidos y proteínas. El aminoácido prolina es parcialmente estimado a la longitud de onda utilizada. El método no es específico para nitrógeno  $\alpha$ - amino dado que el ácido  $\gamma$ - amino butírico, el cual está presente en la malta, también da color de reacción con ninhidrina.

El nitrógeno Amino Libre es importante para el crecimiento de las levaduras durante la fermentación, ya que estas no solo necesitan de compuestos carbonatados, aminoácidos y ácidos grasos. Sin suficiente FAN la levadura es menos eficiente genera una mayor cantidad de bioproductos que afectan notablemente el sabor y aroma de la cerveza Briggs (2004). Cuando se le agrega algún adjunto a la malta como azúcar, maíz o arroz hay que tener muy en cuenta que estos productos tienen una mínima cantidad de FAN y lo único que se puede provocar es diluir el FAN ya existente, a diferencia de la malta que tiene todos los productos necesarios para un buen desarrollo de y crecimiento de la levadura (Kunze, 2004).

**2.6.8. pH.** El pH es de suma importancia en la fabricación de la cerveza, ya que la actividad enzimática en el macerado tendrá directa relación con su valor, además de influir directamente en el sabor del mosto, su medición se realiza directamente sobre el mosto congreso.

**2.6.9. Color.** El color es determinado en unidades EBC mediante un método espectrofotométrico y entrega información sobre el proceso de tostado del grano durante el malteo.

## **2.7. Arroz o adjunto.**

El arroz, *Oryza sativa*, es una gramínea anual perteneciente a la familia Poaceae , alimenta a la mitad de la población del mundo y al igual que la cebada fue uno de los primeros cereales en ser cultivado por el hombre. Sus orígenes se remontan a la regiones asiáticas tropicales de China y la India hace unos 5000 años atrás. A diferencia de la cebada este solo fue usado en cerveza en los EEUU alrededor del año 1880 con la introducción de la cerveza al mercado Americano, quienes vieron el beneficio económico y capacidad de la malta para poder transformar alrededor de un 30% extra de almidón en azúcar (Kunze, 2004)

El arroz utilizado en la fabricación de la cerveza corresponde a un arroz quebrado durante el proceso de pelado y pulido, que solo ha perdido valor desde el punto de vista atractivo, pero no de sus características nutritivas (Liu *et al.* 2012).

El arroz está compuesto por un 12 a 13% de agua, 85 a 90% de almidón aunque algunas variedades nuevas consiguen niveles un poco superiores. Contiene de un 5 a un 8% de proteínas y un 0,2 a un 0,4% de grasas (Kunze 2004). Yoshida *et al.* (2009) en tanto determinó que el contenido de lípidos en el arroz era de un 2,2 a 3,7% dependiendo de la variedad.

El arroz es molido y luego cocinado para solubilizar completamente el almidón, y después agregarlos a la malta remojada, para que las enzimas puedan convertir el almidón en azúcares fermentables. El inconveniente del arroz es que debido a su bajo contenido de proteínas, estas prácticamente no entran en solución durante el macerado, lo que puede traer problemas con el contenido de FAN, el cual debe ser aportado solo a través de la malta.

## **2.8. Pulido del arroz.**

El proceso de blanqueamiento del arroz consiste en pulir el grano hasta que pierda su capa de pericarpio y dejando a la vista el endospermo de color blanco, durante este proceso el arroz pierde alrededor del 10% de su peso, aunque en la práctica las pérdidas son superiores. Este proceso de pulido es lo que diferencia el arroz integral del arroz blanco (Ramezanzadeh *et al.* 1999). El producto del pulido liberado se denomina salvado de arroz y ha sido ampliamente estudiado, debido a que representa una parte importante del grano y por sus altos contenidos de proteínas, lípidos, fibras dietéticas y antioxidantes (Chae *et al.* 2001). Durante el proceso de pulido las células son destruidas y los lípidos principalmente triglicéridos entran en contacto con enzimas lipasas altamente reactivas que hidrolizan los enlaces ester, liberando ácidos grasos libres y glicerol y como resultado dan origen al deterioro del grano (Ramezanzadeh *et al.* 1999). Los ácidos grasos incrementan la acidez generando propiedades funcionales inaceptables y produciendo características organolépticas indeseables (Moazzami *et al.* 2011); (Goffman y Bergman, 2003).

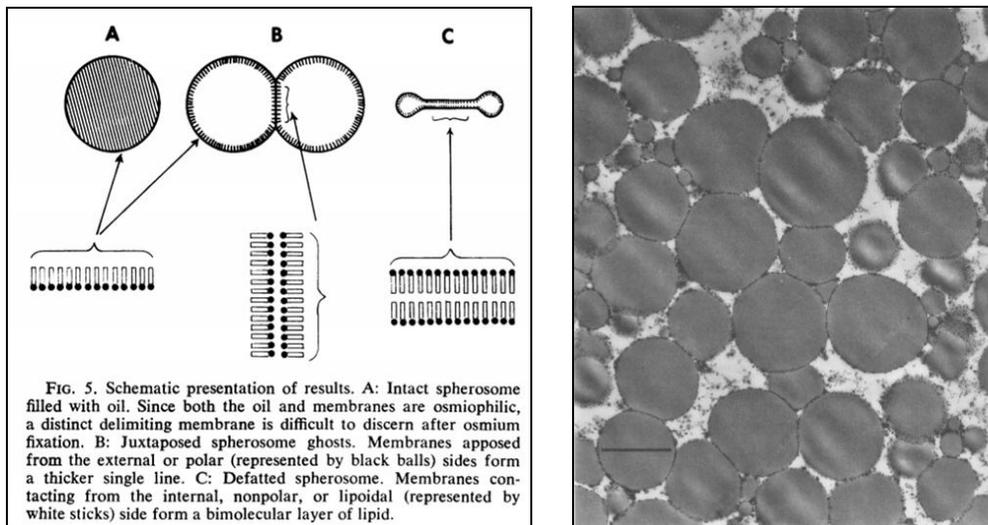
**2.8.1 Lípidos en el arroz.** Dentro del arroz podemos encontrar lípidos amiláceos y no amiláceos, los lípidos no amiláceos se encuentran en una proporción de 82 a un 91%, y estos se clasifican en un 73 a 82% en triglicéridos, 7 a 10% de fosfolípidos y de un 2 a un 8% de

glicolípidos (Nurul y Juliano, 1979). En cambio Yoshida *et al.* (2009) encontró de 76.4 a 80.5% de triglicéridos, 7,2 a 9.8% de ácidos grasos libres, de 3.5 a 3.6% de fosfolípidos y otros componentes en menor proporción. Los lípidos se concentran principalmente en el salvado de arroz (19,4-25,5%) y (34,1-36,5%) fracciones germinales (Juliano, 1983). Los principales ácidos grasos del arroz corresponden al palmítico (16:0), oleico (18:1) y linoleico (18:2) (Moazzami *et al.* 2011).

Naturalmente, los fosfolípidos pueden ser clasificados dentro de dos grandes categorías, glicerofosfolípidos (fosfatidilcolina o lecitina) y esfingofosfolípidos (ejemplo esfingomielina, en el cerebro y tejido neuronal). Hasta hoy, solo glicerofosfolípidos han sido identificados en granos de arroz. Los glicerofosfolípidos consisten en ácidos grasos esterificados a una cadena principal de glicerol, un grupo fosfato y un residuo hidrofílico (Yoshida *et al.* 2011).

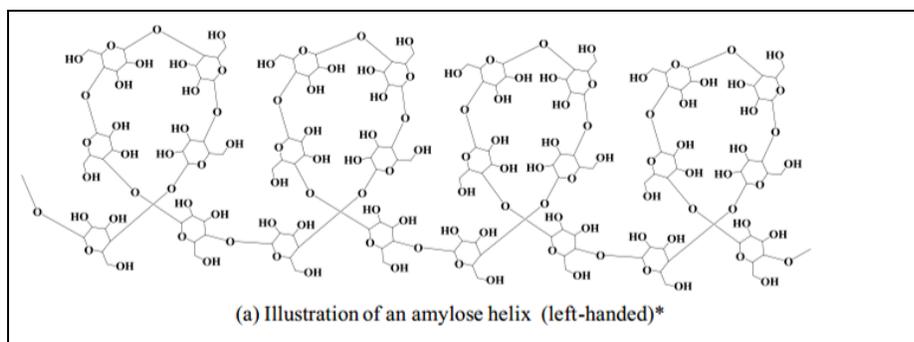
Los fosfolípidos son un componente importante de los lípidos, ricos en aceite en el embrión (incluye escutelo, plúmula, radícula, epiblasto) y el salvado (incluye el pericarpio, testa, nucelo, capa de aleurona). Los fosfolípidos en salvado de arroz y el endospermo hacen una contribución significativa a la calidad del arroz, que afecta a propiedades tales como el enranciamiento del arroz y las propiedades fisicoquímicas del almidón (Aibara *et al.* 1986).

**2.8.2. Fosfolípidos.** Tal como en muchos organismos los fosfolípidos de arroz generalmente contienen, fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina y fosfatidilinositol que son los principales fosfolípidos en el salvado de arroz y el germen, son ricos en aceite y constituyen 80% del total de fosfolípidos (Yoshida *et al.* 2011). Además de los fosfolípidos que forman parte de las membranas celulares. Se cree que los fosfolípidos también forman una membrana de una sola capa de delimitación que son los esferosomas u organismos subcelulares de lípidos, que se componen principalmente de triglicéridos (Yatsu y Jack, 1971). Los esferosomas son prominentes dentro de las células de los tejidos de almacenamiento de aceite, tales como la capa de aleurona. Los fosfolípidos son también importantes componentes de los organelos de las membranas tales como la mitocondrial y retículo endoplasmático (He *et al.* 2007).

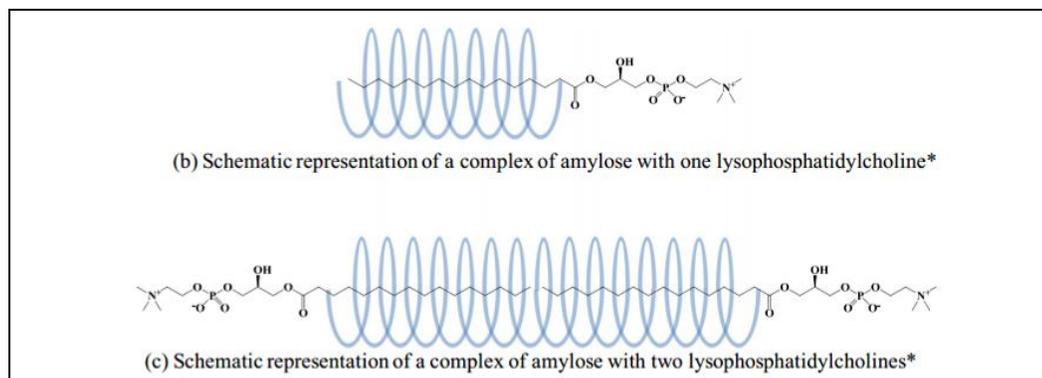


**Figura N°14.** Esferosomas.

Es importante tener en cuenta que los lípidos en el endospermo están presentes en diferentes formas en comparación con aquellos en el salvado y el germen. En base a su relación con el almidón, los lípidos de arroz a menudo se clasifican como amiláceos y lípidos no amiláceos. Los lípidos no amiláceos tales como triglicéridos se encuentran principalmente en los cuerpos de lípidos de salvado de arroz (capa de aleurona) y el germen (embrión), mientras que los lípidos amiláceos se asocian con gránulos de almidón en el endospermo del arroz, lo que los hace más difíciles de oxidar o hidrolizar (Morrison *et al.* 1974).



**Figura N°15.** Hélice de amilosa.



**Figura N°16.** Complejo de amilosa con un lípido.

**2.8.3. Triglicéridos.** Los triglicéridos corresponden a aquellas grasas que están formadas por un glicerol y de 1 a 3 cadenas de ácidos grasos, que pueden ser saturados como insaturados. Los ácidos grasos saturados son aquellos que no tienen enlaces dobles entre dos átomos de carbono y los ácidos grasos insaturados que tienen uno o más enlaces dobles entre dos átomos de carbono, son de suma importancia para la alimentación, ya que algunos de ellos no pueden ser sintetizados por el organismo humano (ácidos grasos esenciales). Los triglicéridos tienen una forma predominante en la cebada, en cambio en el mosto la forma predominante son los ácidos grasos libres (Moazzami *et al.* 2011).

**2.8.4. Calidad del arroz.** La calidad del arroz se determina por su idoneidad para usos finales específicos, y la evaluación se basa en una combinación de subjetividad (consumidor) y factores

objetivos (pruebas de calidad). Son muchos los factores que afectan a procesos como la molienda o el almacenamiento, por lo que la calidad ha sido revisada y correlacionada con la composición del grano de arroz. Sin embargo, el rol e importancia relativa de los fosfolípidos como un factor en la calidad del arroz ha sido pasado por alto debido al énfasis sobre factores convencionales tales como la composición del almidón.

**2.8.5. Almacenamiento del arroz.** Recién cosechados los granos de arroz son usualmente secados para reducir el contenido de agua en un orden inferior a 15% para suprimir el crecimiento de mohos y la multiplicación de microorganismos (Ohta *et al.* 1989). Posterior a esto, el grano puede ser almacenado con cáscara o ser tratado mediante el proceso de descascarado y pulido para obtener granos mas blancos.

La calidad del arroz en el almacenamiento es altamente influenciada por las condiciones de almacenamiento. En la práctica, fumigaciones han sido empleadas para prevenir el daño de mohos e insectos durante el almacenamiento. Sin embargo la fumigación no puede preservar la buena calidad del arroz, y algunas veces provee más tóxicos para el hombre (FAO, 1984) al repetirse por largos periodos de tiempo.

El almacenamiento de arroz a bajas temperaturas inmediatamente después de ser cosechado (por ejemplo bajo 9°C), en un ambiente anaeróbico mediante una atmósfera de dióxido de carbono y mínimo contenido de humedad, puede mantener la frescura y reducir la respiración, ya que hay una directa relación entre contenido de humedad y respiración, que provoca un deterioro del grano, además de disminuir la velocidad de degradación de los fosfolípidos (Zhou *et al.* 2002); (Li *et al.* 2006); (Lam y Proctor, 2002). Sin embargo, para evitar efectivamente la degradación de los lípidos, el arroz tiene que ser estabilizado inmediatamente después del procesamiento, para la destrucción de la actividad de lipasas y peroxidasas, ya sea mediante el uso de calor seco, (20 min a 120° C), calor húmedo, microondas o métodos de cocido, además de tratamiento con productos químicos tales como ácido clorhídrico, ácido acético, acrilonitrilo o mediante la remoción de los lípidos de la superficie del grano con solventes orgánicos, como éter de petróleo, etanol ó propanol (Champagne y Grimm, 1994); (Da Silva *et al.* 2005); (Ramezanzadeh *et al.* 1999); Zhang *et al.* 1998).

Después de un almacenamiento a largo plazo, el contenido de triglicéridos comienza a disminuir, en cambio la concentración de ácidos grasos libres comienza a aumentar, lo que se traduce en una disminución de pH. Con ello el arroz comienza a desarrollar un sabor y olor rancio inaceptable, causado mediante una oxidación y descomposición de ácidos grasos insaturados, principalmente oleico y linoleico. Estos ácidos grasos se liberan en forma de triglicéridos, que se limitan inicialmente a los esferosomas, pero exudan debido a una alteración de la membrana lipídica de los esferosomas y entran en contacto con lipasas altamente reactivas, que previamente pueden haber sido dormidas. El mayor componente de la membrana de los esferosomas es la fosfatidilcolina, que se puede degradar en ácido fosfatídico, catalizada por una fosfatasa D. Por otra parte, durante el proceso de pulido las células individuales de los esferosomas son dañadas de forma mecánica provocando de igual manera la fuga de los triglicéridos, que son degradados en ácidos grasos libres y glicerol a través de mono ó digliceroles, y que se acompañan con el deterioro de otros componentes. El deterioro de los fosfolípidos de las membranas de los esferosomas se considera que es un disparador para la degradación de lípidos en arroz y se asocia al sabor rancio (Aibara *et al.* 1986); (Champagne *et al.* 1994) (Ohta *et al.* 1990) (Yatsu *et al.* 1971); (Lam y Proctor, 2003).

Como la fosfolipasa D (PLD) es la enzima más importante involucrada en la degradación de la membrana de los esferosomas, se ha desarrollado una variedad de arroz con deficiencia de PLD, que puede mejorar significativamente la estabilidad de almacenamiento. Un arroz mutante deficiente en PLD se debe a un alelo nulo de fosfolipasa D que recientemente fue identificado mediante un marcador SNP (Suzuki *et al.* 2011).

Lípidos y lipasas pueden ser depositados sobre la superficie del grano de arroz pulido, esto reduce la estabilidad del almacenamiento del arroz oscuro. En comparación con el bien elaborado arroz blanco, el arroz oscuro tiene algún residuo de la capa de salvado y con ello una mejor calidad nutricional. Sin embargo, también debido al residuo adicional y exposición a los lípidos del salvado sobre la superficie del grano, el arroz mal pulido tiene una estabilidad de almacenamiento muy pobre (Lam y Proctor, 2003).

## 2.9. Lípidos y la cerveza.

Los lípidos en la fabricación de la cerveza son necesarios para el metabolismo y constitución de la pared celular de las levaduras durante la etapa de crecimiento. Además, los ácidos grasos insaturados y esteroides mejoran el rendimiento de la fermentación, su viabilidad y resistencia a altas concentraciones de alcohol.

Los ácidos grasos no saturados son muy reactivos con enzimas como las lipooxigenasas o de forma no enzimática por oxidación, son excretados durante el proceso de maduración y tienen un efecto negativo sobre la espuma, pero la oxidación de los ácidos grasos puede ser reducida en el mosto, bajando el pH de este de 5.5 a 5.0 Kobayashi *et al.* (1993).

Las enzimas degradadoras de grasas (lipasas) rompen los enlaces ésteres entre los ácidos grasos y el glicerol, dejando libres los ácidos grasos, que posteriormente son degradados. Las concentraciones de ácidos grasos libres en la cerveza pueden ser demasiado bajas para generar un efecto directo, sin embargo distintos niveles de concentración pueden provocar que las levaduras durante la fermentación liberen una gran cantidad de esteroides cuando el oxígeno todavía está presente. Durante la maceración algunos lípidos pueden desaparecer, pero los más polares pueden llegar a la cerveza y con el paso del tiempo durante el almacenamiento pueden generar aldehídos como el nonenal que da un desagradable aroma a pepino, que son responsables del envejecimiento de la cerveza después del envasado (Briggs, 2004).

**2.10 Parámetros a determinar en el arroz.** En el laboratorio al igual que con la malta se deben controlar algunas características y realizar un análisis para predecir el rendimiento en la cocina.

**2.10.1 Humedad.** El contenido es muy importante desde el punto de vista económico y de almacenamiento, ya que índices muy altos de humedad pueden provocar la aparición de hongos o aumentar la merma durante el proceso de elaboración.

**2.10.2. Extracto.** Al igual que en la malta, en el laboratorio se debe determinar el extracto del arroz. El método se basa en la conversión del extracto de los cereales a una forma soluble por

adición de cebada malteada como fuente de enzimas, en condiciones de temperatura y tiempo adecuados, lo que ayudará a predecir el rendimiento del arroz en la sala de cocimiento.

**2.10.3. Lípidos.** Este es un análisis muy importante para el arroz, ya que en él se determina el contenido total de lípidos. Altos contenidos lípidos provocan con el paso del tiempo la formación de subproductos que son poco apetecidos en la cerveza.

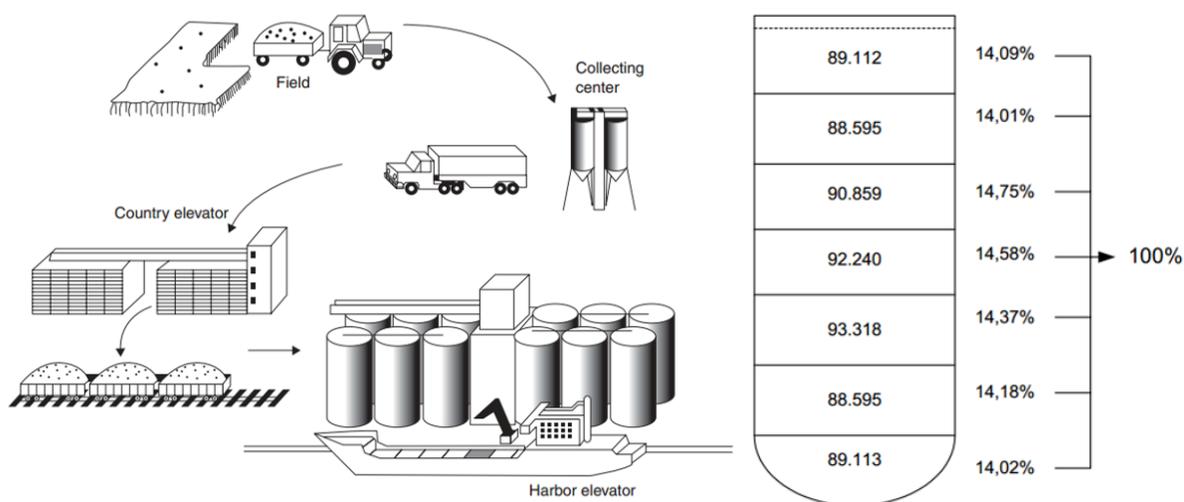
**2.10.4. Frescura.** Es un análisis que está asociado en cierta forma al análisis del contenido de lípidos, entregando información sobre el contenido de ácidos grasos contenidos en el arroz, que aumenta con el tiempo, esto se realiza en base a un análisis de viraje de color de un reactivo determinador de pH (Takashi *et al.* 2006).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis de materiales y métodos, salvo modificaciones menores, será detallado según procedimientos utilizados en Laboratorio de Aseguramiento de Calidad en Planta CCU-Temuco.

**3.1. Muestreo de granos.** El objetivo del muestreo es recolectar una fracción de material, en este caso malta y arroz, en un volumen suficientemente pequeño para ser transportado adecuadamente y suficientemente grande para que los resultados analíticos sean exactamente representativos del material muestreado. Por lo tanto el muestreo y el almacenamiento correctos son críticos para la exactitud de cada análisis realizado en este material, por lo que es imprescindible minimizar la contaminación de la toma de muestra, removiendo residuos de muestras previas tanto en el aparato muestreador así como en el envase.

Tamaño de muestra: se debe asegurar que las muestras sean representativas de los lotes desde los cuales fueron extraídas. Sin embargo, como la composición de los lotes no siempre es uniforme, se toma un número suficiente de muestras primarias y mezclarlas cuidadosamente, para así formar la muestra común del lote. Al tomar las muestras primarias, se divide en cantidades iguales desde cada punto de muestreo, de manera que cada muestra represente una fracción igual de cereales.



**Figura N°17.** Proceso del grano desde la cosecha hasta el almacenamiento.

El tamaño de las muestras recomendables para una muestra primaria es de 1 Kg, y para una muestra de laboratorio 1 kg (máx.).

Para formar la muestra de laboratorio se debe mezclar la muestra compuesta en forma proporcional al tamaño del lote, tal cual se indica anteriormente. Una vez armada la muestra de laboratorio, se homogeniza muy bien por medio de un aparato de mezcla y división (cuarteador).

Para vagones y carros, la muestra primaria tiene que atravesar toda la profundidad del lecho de granos por medio del muestreador cilíndrico, insertado verticalmente en los siguientes puntos:

1. Vagones y carros hasta 15 ton.: 5 puntos de muestreo (medio y aproximadamente 50 cm desde los lados)



2. Vagones desde 15 a 30 ton.: 8 puntos de muestreo:



3. Vagones desde 30 a 50 ton.: 11 puntos de muestreo:



**Figura N°18.** Puntos de muestreo de acuerdo al tipo de transporte de grano.

Las muestras deben ser embaladas y enviadas para análisis inmediatamente en recipientes limpios, secos, herméticos y libres de olores extraños. Durante el almacenamiento y transporte se debe evitar altas temperaturas. Se debe identificar la muestra con una etiqueta en el contenedor con toda la información concerniente a la muestra.

- Instrumentos:



Fig. 2.0.1. Muestreador cilíndrico o de punta.



Fig. 2.0.2. Muestreador tipo arpón



**Figura N°19.** Instrumentos utilizados en el muestreo de granos.

### **3.2. Determinación de humedad.**

La malta es molida para formar una molienda fina. La molienda es secada en un equipo que mediante radiación con rayo infrarrojo penetran la muestra. Una vez alcanzado el interior de la muestra, ellos se convierten en energía calórica, la cual estimula la evaporación, secando de esta forma la muestra.

El contenido de humedad de la malta es calculado automáticamente por el equipo, a partir de la pérdida de masa durante el secado.

**3.3. Extracto de malta (Mosto congreso).** Determinar el potencial de la malta para producir mostos solubles mediante un programa de maceración estándar.

**3.3.1. Maceración** Llevar la temperatura del macerador a 45°C. El macerador cuenta con ocho recipientes metálicos de 500 ml (tarros), los cuales son utilizados para llevar a cabo el proceso de maceración a nivel de laboratorio. En el proceso de maceración se utilizan un tarro para cada variedad de malta a analizar. A cada tarro se le agrega la variedad de malta más 200 ml de agua destilada a una temperatura cercana a los 46 °C. Mezclar bien con una bagueta el contenido de cada tarro para prevenir la formación de grumos, evitando salpicar. Asegurar que la temperatura del macerado sea exactamente de 45°C. Cuidadosamente lavar la bagueta y las paredes del tarro con una pequeña cantidad de agua destilada (a la misma temperatura del agua de maceración).

- Colocar inmediatamente los tarros en el equipo macerador y poner en movimiento los agitadores a una velocidad de 90 rpm. Mantener la temperatura de 45°C en el macerado por exactamente 30 minutos.
- Terminados los 30 minutos a 45°C elevar la temperatura dentro de los tarros a 70°C, a razón de 1°C por minuto.
- Cuando se han alcanzado los 70°C agregar adicionalmente 100 ml de agua destilada previamente calentada a 70 - 71°C. Mantener esta temperatura de maceración durante 60 min, enfriar el macerado a temperatura ambiente en un período de 10 a 15 min.
- Lavar los agitadores con una pequeña cantidad de agua, secar las paredes externas del tarro y ajustar el contenido del tarro a 450,0 g  $\pm$  0,05 g, añadiendo agua destilada.

**3.3.2. Filtración** Verter el contenido del tarro cuidadosamente con ayuda de una bagueta y vaciar inmediata y completamente a un filtro. Asegurarse que el papel filtro no se proyecte sobre los bordes del embudo.

- Detener la filtración cuando la torta filtrante aparezca seca o con filtración lenta después de 2 horas.

**3.3.3. Determinación de gravedad específica** Determinar densidad por metodología tradicional (picnometría) o utilizando un Densitómetro.

Hacer las determinaciones en duplicado. Expresar la gravedad específica con cinco decimales, si estas determinaciones en duplicado dan valores que difieren en más de dos unidades en el cuarto decimal, repetir el análisis.

**3.4. Clasificación de malta** Determinar el tamaño y uniformidad del grano de malta, la determinación se realiza en base a porcentaje con 100 g de muestra.

**3.4.1. Clasificador** Máquina tipo Steinecker, movilizado por un motor eléctrico, consistente de tres harneros espaciados entre 12 - 25 mm uno sobre otro con una cubierta y un receptáculo. Altura total 8 - 10 cm.

La velocidad de agitación debe ser de 300 - 320 rpm y la longitud total de movimiento de la plataforma debe ser de 18 - 22 mm. Las superficies de los tamices deben ser exactamente horizontales en ambas direcciones y el diámetro de las hendiduras debe ser chequeado frecuentemente contra calibres.

**3.4.2. Harneros** La dimensión de los tamices es de 43 cm de largo y 15 cm de ancho. Los tamices son hechos de latón endurecido de  $1,3 \pm 0,1$  mm de espesor, que poseen hendiduras con una tolerancia en el diámetro de  $\pm 0,03$  mm. El ancho de las hendiduras por tamiz son:

- Tamiz I: 2,8 mm. Número de hendiduras: 28 x 13
- Tamiz II: 2,5 mm. Número de hendiduras: 30 x 13
- Tamiz III: 2,2 mm. Número de hendiduras: 32 x 13.

**3.5. Proteína total (Malta).** Moler finamente una muestra de malta, en cantidad suficiente para determinar contenido de nitrógeno o proteína total y humedad paralelamente.

Pesar con exactitud 1 gramo de muestra de malta molida en un trozo de papel filtro, en duplicado. Doblar el papel con la muestra y colocarlo en un tubo de digestión Kjeldahl completamente seco. Agregar aproximadamente 6 g de sulfato de potasio y 1 mg de selenio (o como alternativa a estos dos reactivos, agregar una tableta de sulfato-selenio). Bajo campana, añadir lentamente 10 ml de la mezcla de ácido sulfúrico / ácido fosfórico, agitar suavemente para mezclar y humedecer el contenido del tubo Kjeldahl. A continuación agregar lentamente y gota a gota, 10 ml de peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ).

Digerir a ebullición hasta que la muestra esté cristalina transparente o ligeramente xantocrómica (30 a 60 min).

Terminada la digestión, enfriar a temperatura ambiente. Si el contenido se solidifica, significa que durante la digestión se perdió un exceso de ácido y el sulfato de amonio podría haberse volatilizado. De ocurrir esta situación repetir el análisis.

Colocar el tubo de digestión en la unidad de destilación y agregar 10 ml de agua destilada y enseguida lentamente añadir 30 ml de solución de hidróxido de sodio 38%, e iniciar la destilación. Colectar el destilado en un matraz de 500 ml. Destilar el amonio en una solución de ácido clorhídrico 0,1 N (25 ml). Añadir indicador mixto N°5 para amoniaco. Titular el ácido remanente en el matraz con solución de hidróxido de sodio NaOH 0,1 N.

**3.6. Proteína soluble (Mosto congreso)** Determinar el contenido de nitrógeno total del mosto congreso. El nitrógeno soluble se determina de igual manera que el nitrógeno total a través del método Kjeldahl, con la diferencia que se modifica 1 gramo de muestra de malta por 10 ml de mosto congreso.

**3.7. Nitrógeno amino libre (FAN)** El nitrógeno amino libre se determina a partir del mosto congreso de la malta, para lo cual se debe diluir 1 ml de mosto en 100 ml de agua destilada y disponer 2 ml del mosto diluido en tres tubos de ensayo y añadir 1 ml de reactivo de color. Colocar los tubos en un baño de agua hirviendo por exactamente 16 minutos y enseguida enfriar en un baño a 20 °C por 20 min.

Después de este tiempo añadir 5 ml de solución de dilución y mezclar vigorosamente. Medir la absorbancia a 570 nm en una celda de 1 cm, contra una muestra de referencia preparada con los reactivos más 2 ml de agua en lugar del mosto diluido y siguiendo el mismo procedimiento anteriormente descrito.

**3.8. pH del mosto congreso.** Se determina directamente desde la muestra congreso.

**3.9. Color.** El color se determina en °EBC (grados EBC) a partir de la muestra del mosto congreso, lo cual se determina dentro de los 30 min posteriores a la etapa de la filtración, para ello se debe llenar una cubeta de 10 mm y ajustar la absorbancia 430 nm por un factor de 25, luego ajustar a cero y lavar la cubeta con la muestra de mosto clarificado y luego llenarla para la lectura.

**3.10. Friabilidad y granos no modificados** Es necesario estandarizar el friabilímetro contra una malta de friabilidad conocida. Si se evidencian desviaciones el equipo debe ser ajustado.

Pesar 50 g  $\pm$  0,010 g de malta, y disponer la muestra en el tambor del friabilímetro, bajar el rodillo de presión hasta que éste cierre. Programar 8 minutos de funcionamiento del equipo e iniciar. Después de 8 min el friabilímetro se detiene automáticamente. Levantar el rodillo de presión y cuidadosamente remover el cilindro que retiene la malta remanente.

Pesar la muestra retenida en el tambor, tratando de remover todas las partículas del harnero. Anotar el peso de la malta (A). No descartar esta muestra de malta comprimida para la determinación de la malta no modificada. Clasificar manualmente y registrar el peso de los granos enteros (B) en la fracción del tambor. Considerar dentro de este grupo (vítreos) todos los granos con una integridad mayor a  $\frac{3}{4}$  del tamaño del grano. Para la determinación de granos parcialmente no modificados (semivítreos) usar el harnero del equipo clasificador con abertura de 2,2 x 23 mm. Transferir la fracción no modificada, del tambor del friabilímetro al equipo clasificador y agitar por 60 seg. Colectar el material retenido sobre el harnero, pesar y registrar como granos semivítreos (C).

**3.11. Humedad del arroz.** Este procedimiento se realiza de igual forma que el análisis de humedad de la malta.

**3.12. Contenido de lípidos del arroz.** La extracción de lípidos se lleva a cabo mediante un sistema automatizado de extracción VELP SER 148, para ello se toma el peso de un vial de extracción por duplicado, luego se pesan 10 gramos de arroz en dos timbales, se le agregan 70 ml de Éter de Petróleo a cada vial y se conectan al extractor.

Cuando termina la extracción los viales se incuban por 1 hora en una estufa a 100°C, y luego 30 minutos en un desecador, para finalmente tomar el peso de los viales y determinar el contenido total de lípidos.

**3.13. Frescura del arroz.** Se prepara una solución con 0,1 gramo de anaranjado de metilo más 0,3 grs de azul de bromotimol en 150 ml de etanol y diluir con agua destilada hasta 200 ml. Luego se diluye 1 ml de esta solución en 50 ml de agua destilada, se pesan 5 gramos de arroz y se le agregan 10 ml de la solución diluida, se agita por un instante y se observa la coloración, donde el verde indica frescura y el anaranjado indica un estado añejo.

**3.14. Extracto de arroz.** Para realizar el análisis de extracto se debemos dividir en dos etapas.

**3.14.1. Maceración.** Se toma el peso de un tarro de maceración y se mezclan 20 g ( $\pm 0,05$  g) de adjunto molido con 5 g ( $\pm 0,005$  g) de malta y 200 ml de agua destilada a una temperatura de 45 - 46 °C en un recipiente del macerador. La mezcla se calienta a hervor en no menos de 10 min ni más de 15 min, revolviendo constantemente. Dejar hervir suavemente por 30 minutos, durante el hervor se revuelve constantemente y se mantiene el volumen constante agregando agua destilada hirviendo cada 15 min.

Al terminar la media hora de hervor se enfría a 46 °C en el equipo macerador y se le adicionan los 25 g ( $\pm 0,05$  g) de malta molida restantes, revolviendo cuidadosamente para no formar grumos. Se lavan las paredes interiores cuidadosamente con agua destilada, se colocan los recipientes en el macerador con el baño precalentado a 45 °C y se ponen en funcionamiento los

agitadores. La temperatura se mantiene a 45 °C por exactamente 30 min a contar del momento en que se colocan los tarros en el macerador.

Luego se aumenta la temperatura a razón de 1°C / min, hasta alcanzar 70 °C. Se agregan entonces 100 ml de agua destilada previamente calentada a 70 °C y se mantiene a esta temperatura por 60 min.

**3.14.2. Enfriamiento y Filtración.** Después de 60 min a 70 °C enfriar el mosto hasta temperatura ambiente. Detener los agitadores, removerlos y enjuagar con agua destilada dentro de cada tarro las partículas de macerado que pudieron adherirse a su superficie. Se debe eliminar toda la humedad del exterior de los tarros cuidadosamente, incluido el borde. Inmediatamente ajustar el peso del contenido del tarro macerador a 450 g ( $\pm 0,05$  g), adicionando agua destilada.

Después de pesar el contenido del tarro se agita con una bagueta, cuidando de no salpicar, y se vacía en un embudo de 18 cm de diámetro con papel filtro Schleicher & Schuell 597.

Devolver los primeros 100 ml filtrados al embudo. Cuando no hay más líquido presente sobre la torta filtrante, detener la filtración y remover el matraz conteniendo el mosto y determinar la densidad del mosto preparado para obtener el extracto del mosto congreso, en °P.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Resultados análisis de silo lleno de arroz.

Para cada silo de arroz que se llena se deben realizar todos los análisis correspondientes, para determinar el contenido de extracto que será transformado en azúcar, apariencia, frescura, humedad y contenido de lípidos.

**4.1.1. Resultado análisis contenido total de lípidos.** De todas las muestras de silo lleno de arroz analizadas solo se observan dos valores fuera de especificación para el contenido de total de lípidos, que es sobre 0.75%, el valor máximo aceptado que asegura una buena calidad en el almacenamiento del arroz (cuadro N°5). Los valores más altos de lípidos se encuentran en el silo 9 del 27 de febrero con un 0.85% y el silo 10 del 18 de marzo con un valor 1.07%. Los valores más bajos se obtuvieron en el silo 10 el 20 de febrero 0,45% y en el silo 9 del 12 de septiembre 0,51%. Estos silos serán analizados para determinar si el contenido de lípidos está afectando el proceso de fermentación de la cerveza.

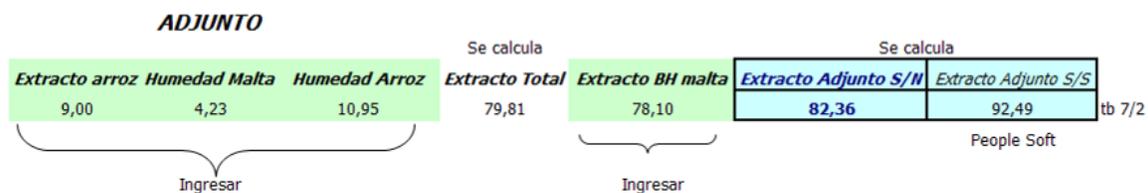
**4.1.2. Resultado determinación de humedad.** La humedad como valor crítico tanto para el almacenamiento como para el rendimiento debe permanecer dentro de parámetros específicos que deben ser inferiores a un 13%, Todos los valores se encuentran dentro de especificación.

**Cuadro N°5.** Análisis de muestras de silo lleno de arroz.

Tipo	Fecha / Hora	Destino	APARIENCIA	EXTRACTO FINO SS	FRESCURA	HUMEDAD %	LIPIDOS %
SILO_LLENO	20/02/2013	SIL10	0	92,47	1	10,92	0,45
SILO_LLENO	27/02/2013	SIL9	1	92,12	1	11,06	0,85
SILO_LLENO	18/03/2013	SIL10	0	92,44	1	10,87	1,07
SILO_LLENO	26/03/2013	SIL9	0	91,4	1	10,43	0,68
SILO_LLENO	03/04/2013	SIL9	0	91,4	1	10,43	0,68
SILO_LLENO	27/04/2013	SIL10	0	92,5	1	11,04	0,73
SILO_LLENO	31/05/2013	SIL9	0	92,5	1	11,53	0,67

SILO_LLENO	24/06/2013	SIL10	1	92,86	1	11,27	0,62
SILO_LLENO	31/07/2013	SIL9	0	92,44	0	12,28	0,6
SILO_LLENO	16/08/2013	SIL10	0	93	0	11,42	0,67
SILO_LLENO	12/09/2013	SIL9	0	92,77	0	11,4	0,51
SILO_LLENO	30/09/2013	SIL10	0	93,3	0	11,01	0,62
SILO_LLENO	11/10/2013	SIL9	0	91,48	0	11,16	0,67
SILO_LLENO	30/10/2013	SIL10	0	91,91	0	11,18	0,59
SILO_LLENO	18/11/2013	SIL9	0	92,28	0	11,65	0,68
PROMEDIO				92,32466667		11,176667	0,67267

**4.1.3. Resultado extracto arroz.** La determinación del extracto del arroz se realiza a través de una fórmula donde se ingresa el extracto del arroz obtenido mediante el densitómetro Alcolyzer Pluss, junto con la humedad de la malta y la humedad del arroz, obteniendo el extracto total del arroz. Luego se ingresa el extracto de la malta y obtenemos el valor de extracto del adjunto para finalmente corregir por la humedad del arroz y de esta manera obtener el extracto final del adjunto.



**Figura N°20.** Determinación de extracto del arroz.

**4.1.4. Resultado determinación de extracto de malta.** Para determinar el extracto de la malta, esta luego de macerada y filtrada se analiza mediante un densitómetro Alcolyzer Pluss, donde obtenemos la densidad y en conjunto con la humedad determinamos el contenido de extracto en el libro de determinación de extracto en malta y cereales (Fig.21), donde debemos hacer coincidir la humedad con la densidad y buscamos el valor en Base Seca (Dry Basis).

Specific Gravity of Wort 20°C.	Grams Extract In 100 Grams of Wort (Plato)	PER CENT MOISTURE IN MALT									
		4.5		4.6		4.7		4.8		4.9	
		PER CENT EXTRACT IN MALT									
		As is	Dry Basis	As is	Dry Basis	As is	Dry Basis	As is	Dry Basis	As is	Dry Basis
1.03370	8.464	74.4	77.9	74.4	78.0	74.4	78.1	74.4	78.2	74.4	78.2
75	8.476	74.5	78.0	74.5	78.1	74.5	78.2	74.5	78.3	74.5	78.3
80	8.488	74.6	78.1	74.6	78.2	74.6	78.3	74.6	78.4	74.7	78.5
85	8.500	74.7	78.2	74.7	78.3	74.8	78.5	74.8	78.6	74.8	78.7
90	8.513	74.9	78.4	74.9	78.5	74.9	78.6	74.9	78.7	74.9	78.8
95	8.525	75.0	78.5	75.0	78.6	75.0	78.7	75.0	78.8	75.0	78.9
1.03400	8.537	75.1	78.6	75.1	78.7	75.1	78.8	75.1	78.9	75.1	79.0
05	8.549	75.2	78.7	75.2	78.8	75.2	78.9	75.2	79.0	75.2	79.1
10	8.561	75.3	78.8	75.3	78.9	75.3	79.0	75.3	79.1	75.4	79.3
15	8.574	75.4	79.0	75.5	79.1	75.5	79.2	75.5	79.3	75.5	79.4
20	8.586	75.6	79.2	75.6	79.2	75.6	79.3	75.6	79.4	75.6	79.5
25	8.598	75.7	79.3	75.7	79.4	75.7	79.4	75.7	79.5	75.7	79.6
30	8.610	75.8	79.4	75.8	79.5	75.8	79.5	75.8	79.6	75.8	79.7
35	8.622	75.9	79.5	75.9	79.6	75.9	79.6	75.9	79.7	75.9	79.8
40	8.634	76.0	79.6	76.0	79.7	76.0	79.7	76.1	79.9	76.1	80.0
45	8.647	76.1	79.7	76.2	79.9	76.2	80.0	76.2	80.0	76.2	80.1
1.03450	8.659	76.3	79.9	76.3	80.0	76.3	80.1	76.3	80.1	76.3	80.2
55	8.671	76.4	80.0	76.4	80.1	76.4	80.2	76.4	80.3	76.4	80.3
60	8.683	76.5	80.1	76.5	80.2	76.5	80.3	76.5	80.4	76.5	80.4
65	8.695	76.6	80.2	76.6	80.3	76.6	80.4	76.6	80.5	76.7	80.7
70	8.708	76.7	80.3	76.7	80.4	76.8	80.6	76.8	80.7	76.8	80.8
75	8.720	76.9	80.5	76.9	80.6	76.9	80.7	76.9	80.8	76.9	80.9
80	8.732	77.0	80.6	77.0	80.7	77.0	80.8	77.0	80.9	77.0	81.0
85	8.744	77.1	80.7	77.1	80.8	77.1	80.9	77.1	81.0	77.1	81.1
90	8.756	77.2	80.8	77.2	80.9	77.2	81.0	77.2	81.1	77.2	81.2
95	8.768	77.3	80.9	77.3	81.0	77.3	81.1	77.3	81.2	77.4	81.4
1.03500	8.781	77.4	81.0	77.5	81.2	77.5	81.3	77.5	81.4	77.5	81.5
05	8.793	77.6	81.3	77.6	81.3	77.6	81.4	77.6	81.5	77.6	81.6
10	8.805	77.7	81.4	77.7	81.4	77.7	81.5	77.7	81.6	77.7	81.7
15	8.817	77.8	81.5	77.8	81.6	77.8	81.6	77.8	81.7	77.8	81.8
20	8.830	77.9	81.6	77.9	81.7	77.9	81.7	77.9	81.8	78.0	82.0
25	8.842	78.0	81.7	78.0	81.8	78.1	82.0	78.1	82.0	78.1	82.1
30	8.854	78.1	81.8	78.2	82.0	78.2	82.1	78.2	82.1	78.2	82.2
35	8.866	78.3	82.0	78.3	82.1	78.3	82.2	78.3	82.2	78.3	82.3
40	8.878	78.4	82.1	78.4	82.2	78.4	82.3	78.4	82.4	78.4	82.4
45	8.890	78.5	82.2	78.5	82.3	78.5	82.4	78.5	82.5	78.5	82.5

**Figura N°21.** Tabla para determinar el extracto en malta. *American Society of Brewing Chemist 1940.*

**4.1.5. Resultado análisis de clasificación silo lleno de malta.** Los cuadros N°6 A, B y C muestran los resultados de las muestras de los silos de malta analizadas para todos los parámetros solicitados para cada recepción de malta según metodología Heineken, donde se observa que para los tamices >2.5+2.8MM todas las muestras están en valores por sobre el 90% (cuadro 6A), que es el valor mínimo aceptado que determina una malta de buena calidad. Solo en la clasificación de restos o desechos encontramos valores que están por sobre el nivel aceptado, que es un 1,5%, lo que significa un aumento en la merma. En el cuadro 6B encontramos los valores de vítreos, friabilidad, humedad, color y pH. Todos los valores se ajustan a los valores especificados según metodología EBC (European Brewery Convention) (Fig.22), solo en el caso de los granos vítreos

se evalúa de acuerdo al certificado del proveedor (Fig.23) quien determina el valor el valor para dicho parámetro, el que luego es corroborado en el laboratorio. En el cuadro 6C se muestran los valores obtenidos para proteína total, proteína soluble, nitrógeno amino libre FAN y extracto. Los resultados muestran que los valores se ajustan a los parámetros que determinan una buena calidad de malta establecidos por la EBC (European Brewery Convention), excepto algunos extractos que están por debajo del valor mínimo solicitado que es de 80%, lo que en la práctica significa un menor rendimiento de la malta en la sala de cocimiento.

**Cuadro N°6 A.** Análisis de muestras silo lleno de malta.

Descr. Variedad	Fecha	Destino	Clasific Fraccion >2.2	Clasific Fraccion >2.5	Clasific Fraccion >2.5+2.8mm	Clasific Fraccion >2.8	Clasific Restos
Scarlett	15/02/2013	SIL1	3,2	17,7	94,7	77	1
Scarlett	16/02/2013	SIL3	5,3	15,9	92,1	76,2	1,6
Scarlett	17/02/2013	SIL3	6,2	19,1	91	71,9	1
Scarlett	18/02/2013	SIL6	5,4	15,2	91,5	76,3	1
Scarlett	19/02/2013	SIL1	4,6	16,5	92,1	75,6	1
Scarlett	20/02/2013	SIL3	2,1	95	89	80	2,1
Scarlett	21/02/2013	SIL2	1,4	5,4	98,6	93,2	1
Scarlett	22/02/2013	SIL6	5,3	16,9	93	75,5	2,3
Scarlett	23/02/2013	SIL1	4,1	14,7	96	81,3	1,5
Sebastian	24/02/2013	SIL7	3	14,3	94,5	80,2	1
Sebastian	25/02/2013	SIL5	4,1	18,3	93,2	74,9	1
Sebastian	26/02/2013	SIL1	4,5	17,4	93	75,6	1
Sebastian	27/02/2013	SIL6	0,4	4	99,6	95,6	0,1
Sebastian	28/02/2013	SIL3	1,9	6,9	97,3	90,4	0,8

**Cuadro N°6 B.** Análisis de muestras silo lleno de malta.

Descr. Variedad	Fecha	Destino	Vítreos	Friabilidad	Humedad	Color	PH
Scarlett	15/02/2013	SIL1	1,4	90,4	4,6	4,2	5,94
Scarlett	16/02/2013	SIL3	1,2	91	4,51	4,2	6,03
Scarlett	17/02/2013	SIL3	1	88,4	4,3	3,3	6,06
Scarlett	18/02/2013	SIL6	2	87,4	4,7	3	5,93
Scarlett	19/02/2013	SIL1	1,2	90,8	4,6	3,5	5,91

<b>Scarlett</b>	20/02/2013	SIL3	0,6	93,8	5,43	5,34	6,06
<b>Scarlett</b>	21/02/2013	SIL2	0,9	92,7	5,03	4,4	6,08
<b>Scarlett</b>	22/02/2013	SIL6	1,2	94,4	4,81	3,9	6,09
<b>Scarlett</b>	23/02/2013	SIL1	1,2	91,6	4,51	4,6	5,99
<b>Sebastian</b>	24/02/2013	SIL7	1	87	4,4	4,5	5,9
<b>Sebastian</b>	25/02/2013	SIL5	0,5	86,2	4,5	3,9	5,98
<b>Sebastian</b>	26/02/2013	SIL1	1	84,4	4,8	3,9	6,02
<b>Sebastian</b>	27/02/2013	SIL6	0,33	95,9	4,4	3,9	6,01
<b>Sebastian</b>	28/02/2013	SIL3	0,308	93,4	4,52	4,2	6,01

**Cuadro N°6 C.** Análisis de muestras silo lleno de malta.

<b>Descr. Variedad</b>	<b>Fecha</b>	<b>Destino</b>	<b>PROTEINA SOLUBLE S/S</b>	<b>PROTEINA TOTAL S/S</b>	<b>NITROGENO FAN</b>	<b>EXTRACTO FINO SS</b>
<b>Scarlett</b>	15/02/2013	SIL1	4,5	10,7	145	82
<b>Scarlett</b>	16/02/2013	SIL3	4,8	11	195,5	82,3
<b>Scarlett</b>	17/02/2013	SIL3	4,1	10,3	135	81,4
<b>Scarlett</b>	18/02/2013	SIL6	4,1	10,7	138	81
<b>Scarlett</b>	19/02/2013	SIL1	4,2	10,2	135	81,7
<b>Scarlett</b>	20/02/2013	SIL3	4,2	9,8	187,5	82,7
<b>Scarlett</b>	21/02/2013	SIL2	4,4	10,3	165,2	82,3
<b>Scarlett</b>	22/02/2013	SIL6	4,5	9,78	157	83
<b>Scarlett</b>	23/02/2013	SIL1	4,49	10,9	138,4	81,4
<b>Sebastian</b>	24/02/2013	SIL7	4,4	11,7	139	79,2
<b>Sebastian</b>	25/02/2013	SIL5	4,1	11,7	135	79,3
<b>Sebastian</b>	26/02/2013	SIL1	4	11,9	135	79
<b>Sebastian</b>	27/02/2013	SIL6	4,06	10,35	158	81,6
<b>Sebastian</b>	28/02/2013	SIL3	4,8	8,36	132,2	81,4

**4.1.6. Fecha de apertura y cierre de los silos de arroz.** El cuadro N°7 muestra los valores de apertura y cierre de todos los silos de arroz que fueron analizados, de manera de poder realizar un seguimiento del comportamiento de estos durante el proceso de fermentación.

**Cuadro N°7.** Fechas de apertura y cierre de silos de arroz.

Tipo	Fecha	Destino	Fecha apertura	Fecha cierre	KG
SILO_LLENO	20/02/2013	SIL10	21/02/2013	06/03/2013	214200
SILO_LLENO	27/02/2013	SIL9	07/03/2013	18/03/2013	153830
SILO_LLENO	18/03/2013	SIL10	22/03/2013	16/04/2013	214620
SILO_LLENO	26/03/2013	SIL9	17/04/2013		122720
SILO_LLENO	03/04/2013	SIL9		06/05/2013	214540
SILO_LLENO	27/04/2013	SIL10	15/05/2013	16/06/2013	212630
SILO_LLENO	31/05/2013	SIL9	17/06/2013	17/06/2013	180190
SILO_LLENO	24/06/2013	SIL10	20/07/2013	30/07/2013	211470
SILO_LLENO	31/07/2013	SIL9	01/08/2013	28/08/2013	212100
SILO_LLENO	16/08/2013	SIL10	28/08/2013	10/09/2013	211620
SILO_LLENO	12/09/2013	SIL9	13/09/2013	02/10/2013	183170
SILO_LLENO	30/09/2013	SIL10	03/10/2013	17/10/2013	213090
SILO_LLENO	11/10/2013	SIL9	18/10/2013	05/11/2013	211270
SILO_LLENO	30/10/2013	SIL10	08/11/2013	18/11/2013	179970
SILO_LLENO	18/11/2013	SIL9	18/11/2013		208550

**4.1.7. Resultados Análisis de fermentación TCC (estanque cilindro cónico) llenados con el silo 10 del 20 de febrero.** En el cuadro N°8 se muestran los resultados obtenidos de los extractos, alcohol y días de fermentación para cada uno de los estanques que fueron llenados con dicho silo, donde no se observa un comportamiento homogéneo en los días de fermentación de los estanques pese a ser elaborados con las mismas materias primas. Un mayor tiempo de fermentación estaría afectando de manera negativa el contenido de alcohol de los fermentadores, ya que los mayores contenidos de alcohol se obtienen de los estanques que tienen menor tiempo de fermentación, no dependiendo directamente del extracto.

**Cuadro N°8.** Análisis de fermentación de TCC llenados con el silo N°10 del 20 de febrero.

Fecha Inicio	TCC	Fecha término	Extracto	Alcohol	Días	Traspaso
19/02/2013	17	27/02/2013	16,11	7,26	8	13
20/02/2013	21	01/03/2013	16,41	7,36	9	2
20/02/2013	7	01/03/2013	16,32	7,31	9	3
21/02/2013	5	06/03/2013	16,4	7,24	13	20

22/02/2013	20	06/03/2013	16,36	7,26	12	10
22/02/2013	15	04/03/2013	16,27	7,30	12	5
26/02/2013	1	08/03/2013	16,04	7,15	10	23
27/02/2013	13	08/03/2013	16,41	7,38	9	18
27/02/2013	22	08/03/2013	16,45	7,35	9	1
28/02/2013	12	09/03/2013	16,42	7,40	9	22
05/03/2013	2	14/03/2013	16,01	7,47	8	7
06/03/2013	7	14/03/2013	16,2	7,56	8	19
07/03/2013	3	14/03/2013	16,35	7,56	7	2
08/03/2013	15	14/03/2013	16,2	7,23	6	16
08/03/2013	4	22/03/2013	16,04	7,20	14	21

**4.1.8. Resultados Análisis de fermentación TCC llenados con el silo 9 del 7 de marzo.** A diferencia del silo anterior el tiempo de fermentación de los tanques de este silo es mucho más homogéneo, como así también el contenido de alcohol, que para los tanques del silo anterior.

**Cuadro N°9.** Análisis fermentación de TCC llenados con el silo 9 de arroz del 07 de marzo.

Fecha Inicio	TCC	Fecha término	Extracto	Alcohol	Días	Traspaso
07/03/2013	3	16/03/2013	16,35	7,5	9	2
08/03/2013	15	16/03/2013	16,2	7,5	8	16
12/03/2013	12	22/03/2013	16,38	7,45	10	18
13/03/2013	4	22/03/2013	16,04	7,2	9	21
14/03/2013	13	22/03/2013	16,3	7,4	8	5
14/03/2013	9	23/03/2013	16,2	7,39	9	22

**4.1.9. Resultados Análisis de fermentación TCC llenados con el silo 10 del 22 de marzo.** Los valores se comportan de manera similar al silo anterior y con una distribución de días de fermentación y alcohol muy parecida entre los distintos tanques.

**Cuadro N°10.** Análisis fermentación de TCC llenados con el silo 10 de arroz del 22 de marzo.

Fecha Inicio	TCC	Fecha término	Extracto	Alcohol	Días	Traspaso
19/03/2013	11	27/03/2013	15,69	7,1	8	10
20/03/2013	15	28/03/2013	16,34	7,4	8	4

26/03/2013	20	04/04/2013	16,3	7,4	9	18
27/03/2013	5	04/04/2013	16,41	7,47	8	17
28/03/2013	1	05/04/2013	16,28	7,4	8	5
03/04/2013	6	10/04/2013	16,52	7,5	7	7
03/04/2013	22	11/04/2013	16,41	7,45	8	23
04/04/2013	15	12/04/2013	16,31	7,4	8	2
09/04/2013	1	18/04/2013	16,41	7,4	9	6
10/04/2013	12	22/04/2013	16,43	7,47	12	13
12/04/2013	19	22/04/2013	16,02	7,36	10	9

#### 4.1.10. Resultados Análisis de fermentación TCC llenados con el silo 9 del 12 de septiembre.

El análisis de los resultados de este silo es un poco más complejo, ya que se comenzó a elaborar una nueva receta donde se modifica el contenido de extracto, lo que también provoca una disminución en el contenido de alcohol (datos destacados en naranja) los resultados obtenidos con este silo tienen valores bastante similares de extracto y alcohol para ambas recetas, cosa que no ocurre con el tiempo de fermentación.

**Cuadro N°11.** Análisis fermentación de TCC llenados con el silo 9 de arroz del 12 de septiembre.

Fecha Inicio	TCC	Fecha término	Extracto	Alcohol	Días	Traspaso
13/09/2013	20	24/09/2013	16,5	7,57	11	10
14/09/2013	11	25/09/2013	16,4	7,56	11	21
14/09/2013	21	26/09/2013	15,46	7,16	12	23
16/09/2013	19	26/09/2013	15,49	7,16	10	20
03/10/2013	16	14/10/2013	15,57	7,10	11	11
03/10/2013	15	13/10/2013	15,53	7,11	10	19
04/10/2013	9	14/10/2013	16,56	7,55	10	15
04/10/2013	13	15/10/2013	16,4	7,53	11	17
01/10/2013	19	09/10/2013	15,7	7,12	8	18
02/10/2013	11	10/10/2013	15,68	7,05	8	7

EUROPEAN BREWERY CONVENTION  
18<sup>th</sup> STANDARD MALT  
Issued by the Analysis Committee-November 2011

-----

		EBC Method	n	Reference value	Tolerance ±	Repeatability r <sub>95</sub>	Reproducibility R <sub>95</sub>
Moisture	%	4.2	30	4, 3	0, 23	0, 17	0, 34
Total Nitrogen	% dm	4.3.1	30	1, 70	0, 039	0, 042	0, 062
Extract Fine grind	% dm	4.5.1	30	81,8	0, 47	0, 36	0, 71
Wort colour spectro	EBC units	4.7.1	19	3, 5	0, 68	0, 29	0, 98
Wort colour visual	EBC units	4.7.2	28	3, 2	0, 42	0, 37	0, 64*
Wort viscosity	mPa.s	4.8	29	1, 49	0, 034	0, 022	0, 050
Wort soluble N	mg/l	4.9.1	30	736	29, 5	25, 3	45, 5
Wort soluble N	% dm	4.9.1	30	0, 66	0, 026	0, 023	0, 040
Kolbach Index	%	4.9.1	30	39	1, 6	2, 3	2, 7
Wort FAN	mg/l	4.10	27	137	14, 7	6, 1	21, 2
Wort FAN	% dm	4.10	27	0, 12	0, 013	0, 006	0, 019
Fermentability	%	4.11.1	19	80, 8	2, 78	0, 83	3, 97
Diastatic Power	WK/dm	4.12	20	304	30, 9	19, 1	45, 7
α-Amylase	DU/dm	4.13	11	42	6, 7	3, 2	9, 8
Modification	%	4.14	17	94	4, 8	4, 7	7, 6
Homogeneity	%	4.14	18	76	10, 3	12, 5	17, 0
Friability <sup>#</sup>	%	4.15	5 <sup>#</sup>	88, 5 <sup>#</sup>	1, 17 <sup>#</sup>	2, 01 <sup>#</sup>	2, 18 <sup>#</sup>
Glassy Corns <sup>#</sup>	%	4.15	5 <sup>#</sup>	0, 4 <sup>#</sup>	0, 34 <sup>#</sup>	0, 50 <sup>#</sup>	0, 60 <sup>#</sup>
Partly Unmod. Grains <sup>#</sup>	%	4.15	5 <sup>#</sup>	1, 0 <sup>#</sup>	0, 85 <sup>#</sup>	0, 81 <sup>#</sup>	1, 33 <sup>#</sup>
Total β-Glucan fluo.	mg/l	8.13.2	30	178	53, 9	33, 4	79, 9
Wort pH		8.17	30	5, 97	0, 074	0, 039	0, 108
Boiled Wort colour	EBC units	4.19	24	4, 9	0, 70	0, 29	1, 01

**Note**

Because of the risk of uptake of water and change of values once the can has been opened an immediate use is recommended.

**Figura N°22.** Certificado de malta estándar EBC.

# CERTIFICADO

## ANÁLISIS FINAL DE DESPACHO DE MALTA

Cliente : CCU TCO

Fecha : 12-11-2013

Parámetro	Unidad	Resultado	Especificación
Lote Correspondiente		1-11/13	
Cantidad que representa	kilos	402.880	
Tipo De Cebada		2 hileras; primavera	2 hileras; primavera
Variiedad		Scarlet CCU 100%	
Olor		Harinoso, limpio, fresco, aromático	Harinoso, limpio, fresco, aromático
Color		Dorado pálido	Dorado
Humedad		4,40	≤ 4,8
Mallaje 2,8 + 2,5 mm	%	92,8	≥ 90
Bajo 2,2 mm		2,5	≤ 1,0
Extracto Fino S.Seca	%	81,4	≥ 81
Color del Mosto	EBC	4,3	≤ 4,5
Color del Mosto Hervido	EBC	5,9	≤ 5,5
pH		6,06	≥ 5,6
Filtración		Ligero-Opal	Ligero-Claro
Sacarificación	min.	9	≤ 15
Friabilidad	%	91,8	≥ 82
Granos Totalmente Vitreos (WUG)	%	1,6	
Proteína Total	%	10,5	10,5-12,0
Proteína Soluble	%	4,1	4,0-4,6
Fan	mg/100g	136	135-155
Viscosidad	cP	1,48	≤ 1,55

Mauricio Acuña M.  
Control de Calidad  
[laboratoriomalta@maltexco.com](mailto:laboratoriomalta@maltexco.com)  
[www.maltexco.com](http://www.maltexco.com)

Marjorie Rojas C  
Jefe Control de Calidad  
[mrojas@maltexco.com](mailto:mrojas@maltexco.com)  
[www.maltexco.com](http://www.maltexco.com)

**PATAGONIAMALT**  
Sabor del Sur del Mundo

Figura N°23. Certificado de malta CCU otorgado por Maltexco.

## 5. CONCLUSIONES

Las materias primas utilizadas en la elaboración de la cerveza son tratadas mediante procesos que aseguran una óptima calidad del producto. Esto resulta de la aplicación de estándares de calidad solicitados para materias primas de primera calidad que son recomendados por la EBC y solicitados por la compañía Heineken.

El rendimiento de los granos de cebada en la sala de cocimiento está directamente relacionada con el grado de transformación que sufran los granos durante el proceso de malteo.

Los índices total de lípidos en arroz encontrados en las muestras de recepción analizadas, se encuentran dentro de valores que aseguran un buen almacenamiento en cortos periodos de tiempo, lo que inhibiría el desarrollo de la rancidez oxidativa a niveles críticos que impidan su utilización en la elaboración de la cerveza.

Las partidas de arroz con distintos niveles de lípidos no estarían afectando el tiempo de fermentación ni el contenido de alcohol, y la variación de estos valores pueden estar ligados a otros factores dentro del proceso de elaboración de la cerveza.

La cantidad de lípidos encontrados en el arroz es insuficiente para desencadenar la producción de aromas atípicos de la cerveza durante el proceso de fermentación.

## 6. LITERATURA CITADA

- Agriculture Handbook No. 338.** 1979. Barley: Origin, botany, culture, winter hardiness, genetics, utilization, pests agriculture, Science and Education Administration, United States Department of Agriculture Library of Congress Catalog Card (77) Washington, D.C.
- Aibara, A. Ismail, Yamashita, H. Ohta, H. Sekiyama, F. and Morita, Y.** 1985. Research changes in rice bran lipids and free amino acids during storage. Research institute for food science, Kyoto University, Uji, Kyoto 611, Japan Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto 606, Japan. *Agric. Biol. Chem.*, 50 (3), P665.673.
- Briggs, D. Boulton, Ch. Brookes, P. and Stevens, R.** 2004. Brewing science and practice. Types of beer. Woodhead Publishing Limited, Abington Cambridge, England. P28.
- Brown, C. Iain, C. Fergus, G.** 1989. Introducción a la Biotecnología. Editorial Acribia, Zaragoza. España P167.
- Casarrubias-Castillo, M. Méndez-Montealvo, G. Rodríguez-Ambriz, S. Sánchez-Rivera, M. y Bello-Pérez, L.** 2012. Diferencias estructurales y reológicas entre almidones de frutas y cereales. *Agrociencia*, 46 (5), P455-466.
- Chae, B. Lee, K. and Lee, S.** 2001. Effects of feeding rancid rice bran on growth performance and chicken meat quality in broiler chicks. College of Animal Resources Sci, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*. ISSN 1011-2367, vol. 15, (2), P266-273.
- Champagne, E. And Casey, G.** 1995. Stabilization of brown rice products using ethanol vapors as an antioxidant delivery system. Southern Regional Research Center, ARS, USDA, New Orleans, LA Vol. 72, (3).
- Couyoumdjian, J.** 2004. Una bebida moderna: la cerveza en Chile en el siglo XIX. *Historia (Santiago)*, Santiago, v37.
- Da Silva, M. Sánchez, C. Amante, E.** 2005. Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran. Department of Food Science and Technology, Agricultural Science Center, Santa Catarina Federal University, Rod. Admar Gonzaga, 1346 Itacorubi, Florianópolis, Santa Catarina CEP 88034 001, Brasil. *Journal of Food Engineering Volumen 75*, (4), 487–491.
- De Clerck, J.** 1957. A Text book of brewing. Volume two. Chapman and Hall, London. 650 p
- Delwen, S.** 1996. Archaeology of Ancient Egyptian beer. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. Vol 54 P3-12. England.
- Egli, H.** 2008. Kjeldahl Guide. Büchi Labortechnik AG, CH-9230 Flawil Switzerland. P15-20.

- FAO.** 1984. Manual of fumigation for insect control, by E.J. Bond. FAO plant production and protection paper. Chief editor, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy. P 54.
- Garrido, M. Valdivia, G. Margozzini, P. Moreira, A. Araya, M. MINSAL Chile.** 2009-2010 Encuesta nacional de salud. P189-203.
- Goffman, F. and Bergman C.** 2003. Relationship between hydrolytic rancidity, oil concentration, and esterase activity in rice bran. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, rice research unit, 1509 Aggie Drive, Beaumont, TX 77713. Journal American Association of Cereal Chemists, volume 80, (6), P689 – 692.
- Halphen, L.** 1947. Carlomagno y el Imperio carolingio. Editions AKAL. P145.
- Harrison, M.** 2009. Beer/Brewing, University of Georgia, Athens, GA, USA. Elsevier Inc. P23-33
- He, F. Wang, X. Li, K. and Liu X.** 2007. HPLC Analysis of mitochondrial membrane phospholipids in rice key laboratory for Biotechnology of State Ethnic Affairs Commission, College of Life Sciences, South Central University for Nationalities, Wuhan, 430074 China. Journal of Analytical Chemistry, Volume 62, (4), P369-372.
- Kirin Institute of Food and Lifestyle Report.** 2012. Vol. 39 Global beer consumption by country.
- Kling, J. and Hayes, P.** 2004. Association Genetics and Breeding. Oregon State University, Corvallis, OR, USA S E Ullrich, Washington State University, Pullman, WA, USA. Journal Plant Breeding and Genetics P599/699.
- Knudsen, F.** 1977. El Cerveceros en la práctica. Segunda Edición. Asociación de Maestros cerveceros de las Américas, Madison, Wisconsin P211.
- Kunze, W.** 2004. Tecnología para cerveceros y malteros. Editorial Berlin. Alemania. P35-48, 111-203.
- Lam, H. and Proctor, A.** 2002. Kinetics and mechanism of free fatty acid formation on the surface of milled rice. Department of food Science, University of Arkansas, 2650 North Young Avenue, Fayetteville, Arkansas 72704. Journal of Agricultural and Food Chemistry, P7161–7163.
- Leiden, E. Brill, J.** 1980. The origins of Osiris and his cult, Studies in the History of Religions. Holanda. P22.

- Li, Y. Schwarz, J. Barr, R.** 2008. Horsley Factors predicting malt extract within a single barley cultivar. *Journal of Cereal Science*, v. 48, (2).
- Liu, L. Waters, D. Terry, J. Bao, J. Graham, J.** 2012. Phospholipids in rice: Significance in grain quality and health benefits: A review *Food Chemistry* vol. 139, P1133-1145.
- MacGregor AW and Bhattu RS** (1993.) *Barley Chemistry and Technology*, St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists.
- Martí, F.** 1962. *La epopeya de la medicina*. Editorial Bramhall House. P60.
- Moazzami, A. Lampi, A. and Kamal-Eldin, A.** 2011. Chapter 11. Bioactive lipids in cereals and cereal products. In C. I. Hall & Ö. Tokus og̃lu (Eds.), *Fruit and cereal bioactives, sources, chemistry, and applications*, P229–249.
- Morrison, W. Mann, D. Wong, S. And Coventry, A.** 1974. Selective extraction and quantitative analysis of non-starch and starch lipids from wheat flour. Department of food science and nutrition, University of Strathclyde, Glasgow GI ISD. *Journal of the Science of Food and Agriculture* Volume 26, P507–521.
- Nurul H. Juliano Ch.** 1979. Effect of amylose content on the lipids of mature rice grain. Chemistry Department, International Rice Research Institute, Los Baftos, Laguna, Philippines. *Journal of Phytochemistry* Volume 19, P1385–1389.
- Ohta, H. Aibara, S. Yamashita, H. Sekiyama, F. and Morita Y.** 1989. Research post-harvest drying of fresh rice grain and its effects on deterioration of lipids during Storage. Earch Institute for Food Science, Kyoto University, Uji, Kyoto 611, Japan. *Agricultural and Biological Chemistry*; ISSN:0002-1369; VOL.54, P1157-1164.
- Peel MD.** 2000. *Barley Production Guide*. Fargo, ND: North Dakota State University Extension Service. Guide - A1049-13.
- Pereira, E.** 1989. *Apuntes para la historia de la cocina chilena*. Editorial Universtaria. P95.
- Persson, J.** 2008 *Handbook for Kjeldahl digestion*. FOSS, DK-3400 Hilleroed, Denmark. P13-17.
- Peter, M.** 1959. Cambridge University Press. *The Brewing Industry in England, 1700-1830*. The Syndics of the Cambridge University Press. p48.
- Ramezanzadeh, F. Ramu M. Windhauser, M. Witoon, P. Tulley, R. and Marshall W.** 1999. Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistr*, 47 (8), pp 3050–3052.

- Rosenkild, A. Dionisio, G. Preben, B. Brinch-Pedersen, H.** 2013. Production of barley endoprotease B2 in *Pichia pastoris* and its proteolytic activity against native and recombinant hordeins. *Journal of Phytochemistry* Volume 97, P11–19.
- Salwa, A. Maksoud, M. Nabil, El H. y Wafaa M.** 1994. Beer from the early dynasties (3500-3400 cal B.C.) of Upper Egypt, detected by archaeochemical methods. *Veget Hist Archaeobot Egypt*, (3) P219-224.
- Smith, G.** 1995. *Beer a history of suds and civilization from Mesopotamia to microbreweries* Avon Books. P68.
- Spencer, I.** 2003. *A History of beer and brewing.* The Royal Society of Chemistry, Cambridge U.K. P625.
- Suzuki, Y. Takeuchi, Y. and Shirasawa, K.** 2011. Identification of a seed phospholipase D null allele in rice (*Oryza sativa* L.) and development of SNP markers for phospholipase D deficiency *Crop Science*, Vol. 51, (5), P2113-2118.
- Takashi, M. Koji, K. Tatsuhiko, O.** 2006. Method of measuring freshness of cereals and beans and apparatus therefor. *European Patent EP 1612542A1.*
- Wrigley, C. Walker, Ch. and Corke, H.** 2004 *Encyclopedia of grain science barley, Genetics and Breeding.* Food Science Australia and Wheat CRC North Ryde, NSW, Australia.
- Yatsu L. and Jacks T.** 1972. Spherosome membranes half unit-membranes. Southern Regional Research Laboratory, New Orleans, Louisiana. *Plant Physiol.* (49), P937-943.
- Yoshida Hiromi, Yuka Tomiyama, Yoshiyuki Mizushina.** 2010. Lipid components, fatty acids and triacylglycerol molecular species of black and red rices. *Food Chemistry* (123), P210–215
- Zhang, X. M., Zhou, R. F., & Feng, L.** 1998. Change of lipid of rice during staling and effect on gelatinization characteristics. *Grain Storage*, 27 (6), P38–43.
- Zhou, Z. Blanchard, Ch. Helliwell, S. and Robards, K.** 2002. Fatty Acid Composition of Three Rice Varieties Following Storage School of Science and Technology and School of Wine and Food Science, Charles Sturt University, Wagga Wagga 2678, Australia. *Journal of Cereal Science* Volume 37, (3), P327–335.