

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

ESTUDIO Y MALTEO DE CEBADAS MEXICANAS

TESIS

que presenta para su
examen profesional de

QUIMICO

MANUEL PALACIOS CUETO

MEXICO, D. F.

1949

0

0

6



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

*Con todo respeto y devoción
al Sagrado Corazón de Jesús
y a la Santísima Virgen del
Pilar. Y con todo cariño y
estimación a mis padres,
novia, hermanos, maestros y
amigos.*

SUMARIO

Págs.

CAPITULO I

Introducción 7

CAPITULO II

Estudio de la cebada 11
Estructura macroscópica 13
„ microscópica 14
Caracteres de la cebada 16
Terrenos y abonos 18
Regiones de cultivo 19

CAPITULO III

Control químico de la cebada 21
Composición química de la cebada 23
Cuadro analítico de las cebadas. 27

CAPITULO IV

Malteo de la cebada 29
Germinación 31
Procesos de germinación 35
Diferentes sistemas de germinación 37
Cambios que experimenta la cebada durante la germinación 47

CAPITULO V

Control químico de la malta 53
Composición química de la malta 55
Cuadro analítico de las maltas 61

CAPITULO VI

Conclusiones 63

BIBLIOGRAFIA. 67

Capítulo I
INTRODUCCION

ESTUDIO Y MALTEO DE CEBADAS MEXICANAS

Habiendo en la República Mexicana únicamente tres fábricas de malta, las cuales son las que se encargan de suministrar la materia prima a la industria cervecera, y como esta producción es inferior a la cantidad que necesitan dichas industrias, éstas tienen que recurrir a la importación de su materia prima.

Pero, desde el Decreto Presidencial que reglamentó las leyes de importación, se le presentó a la industria cervecera el siguiente problema: el tener que elaborar sus productos a base de malta hecha con cebada del País.

A través de un control químico de esas maltas y comparando los resultados con los obtenidos de maltas extranjeras, se vió que había gran diferencia entre una y otra, dando como conclusión que las maltas del País no dan el mismo rendimiento.

Tratando de dar una respuesta a este problema efectué esta tesis la cual no es un estudio de la cebada y malta en general, ya que este es un asunto perfectamente estudiado, sino que la finalidad de este trabajo es la de demostrar por medio de los resultados analíticos de la cebada, malteo en el laboratorio de la misma, y resultado también analítico de la malta, la diferencia que existe entre las cebadas y maltas del País y las standard y de esta forma ver de qué defectos adolece todo el proceso de obtención de la malta en México desde la siembra de la cebada.

Por consiguiente, el objeto de esta tesis es el de dar una solución a dicho problema de vital importancia para la industria cervecera y, al mismo tiempo, tratar de mejorar la economía del País.

Capítulo II
ESTUDIO DE LA CEBADA

Se llama cebada a las especies del género *Hordeum*. L. de la familia de las gramináceas, tribu de las tritáceas.

El origen de la cebada se desconoce con precisión, remontándose probablemente a la más lejana antigüedad, ya que según Plinio es el cereal más antiguamente cultivado por los griegos. Este grano también ha sido encontrado en las tumbas de los egipcios.

En México fué introducida esta semilla en la época colonial, habiéndose extendido rápidamente su cultivo en la mayor parte del territorio. En años posteriores, como por 1906, se importaron cebadas de diferentes clases, entre ellas la Moravia y la Hungría, para su siembra y cultivo y lograr su aclimatación. En los años siguientes, se siguió el mismo procedimiento con otras diferentes clases de cebadas de distintos lugares.

ESTRUCTURA MACROSCOPICA

La cebada es una planta anual, cuyos tallos llegan a alcanzar una altura que varía entre 60 y 90 cm.; las hojas de esta planta tienen una lígula lineal y con vaina lampiña; sus espigas son frecuentemente inclinadas, terminales, solitarias, apretadas, gruesas y lateralmente comprimidas. Tiene cuatro series de espiguillas masculinas lineales, no aristadas y con las glumillas alargadas y obtusas. Las dos series de espiguillas centrales son más salientes, éstas son de flores hermafroditas fructíferas, sus aristas son robustas y su longitud es mayor que la de las espigas. Su cariopside es grueso y bien redondeado.

ESTRUCTURA MICROSCOPICA

Las distintas partes del grano de cebada que tienen interés para ser estudiadas y examinadas al microscopio, pueden agruparse en la siguiente forma:

1º.—Hollejo, el cual consiste en cerda, glumo florecido, palea y lodículo.

2º.—Pepita, consistiendo en pericarpio, espermodermo, perispermo, ~~endospermo y embrión.~~

Para hacer el estudio de estas partes, el grano debe ser cortado a través, teniendo cuidado de no remover el glumo florecido ni la palea.

Cerda o raicilla.—Desde el principio del desarrollo del grano, la raicilla puede estar presente, con la particularidad de que una vez alcanzada su madurez no muestra evidencia de tal, o sea de raicilla.

Las células del epidermis exterior del glumo florecido y de la palea así como las células epidermales de las raicillas, están constituidas por espesas paredes, sus células son alargadas, teniendo además células gemelas, una de ellas en forma semicircular y la otra redonda.

Los cabellos que se encuentran en el ápice de las raicillas comparados con otras partes del grano son particularmente robustos. Alcanzan en su base la anchura de 60 M. y el espesor de sus paredes 10 M.; en cuanto al largo varía entre 1 mm. o más. Un carácter distintivo de estos cabellos es el de tener las bases globulosas con paredes huecas.

Debajo del ápice los cabellos son más cortos, pero crecen todavía con fuerza. Estos cabellos son notables por su forma unicelular unida y en forma de ramificaciones.

Glumo florecido.—El glumo florecido está formado por cuatro partes:

1º.—Epidermis exterior, la cual consiste en células alargadas con una cavidad. Tienen también células gemelas, una semicircular y la otra redonda.

2º.—Fibras esclerenquimatosas, formadas por paredes espesas y delgadas con poros diagonales y redondos.

3º.—Parenquima esponjoso, éste tiene células características las que pueden ser cuadradas o rectangulares; a través de estas células corren los conductos fibrovasculares de las costillas.

4º.—Epidermis interior, con células más o menos poligonales con pelos y estoma.

En la extremidad del glumo existe un tejido con células cortas y de paredes espesas, teniendo además unos pelos cortos. El borde del glumo está formado por células alargadas y redondas.

Palea.—La palea tiene la misma estructura general que el glumo florecido.

Lodículos.—Las células de su epidermis son de paredes delgadas; se caracterizan estos lodículos por tener con respecto a sus pelos una gran variedad, los más largos de ellos alcanzan a tener 1,300 M. siendo sus paredes delgadas a diferencia de los pelos cortos que tienen las paredes espesas.

Pericarpio.—Por medio de los cortes transversales, se obtiene una idea aunque vaga de las partes de las cuales consta el pericarpio.

1º.—Epicarpio, que consta de células alargadas, poligonales, en forma de cuentas.

2º.—Epidermis, ésta tiene sus células similares formando dos o más vástagos.

3º.—Células dobles de vástagos cruzados, éstas consisten en células transversales alargadas, junto con otras en hilera.

4º.—Células de tubo, estas células están desprendidas formando el endocarpio.

Espermodermo.—En el corte transversal del grano el espermodermo se muestra como una línea incolora. Existe un procedimiento debido a Moeller, para poder diferenciarlo; este método consiste en remojar el grano en agua, se le quita el hollejo y se raspa el grano, se hierva en una solución al 1% de NaOH por unos minutos. Se raspa otra vez la pepita y la raspadura se pone en una solución yoduro de chlorzinc. Mediante este procedimiento el espermodermo adquiere una coloración amarilla y el pericarpio azul. De esta manera se logra distinguir la estructura celular de ambos. Se ve que el espermodermo está formado por vástagos con células alargadas, colocadas éstas en formas variables.

Perispermo.—Las células coloreadas de azul, por medio del método anteriormente descrito, se ve que son anchas, cortas y de paredes más espesas que las del espermodermo.

Endospermo.—En el endospermo se encuentran las células de aleurona las cuales contienen los granos de almidón. Estos granos en su mayoría no exceden de 30 M.

Embrión.—El embrión puede ser estudiado en una sección media longitudinal, principiando el corte en la misma base de la pe-

pita y así de esta manera se podrá determinar el número de radículos secundarios.

(1) (2) (19) (25)

Para apreciar el verdadero valor de la cebada, ésta debe presentar ciertos caracteres necesarios para que sirva para maltear. Esos caracteres principales son: uniformidad, poder germinativo, aspecto interior, pureza, color, forma, olor y constitución química.

~~UNIFORMIDAD.~~ De la uniformidad depende en gran parte que durante el proceso de remojo en la germinación, se obtengan buenos resultados debido a que el agua penetra más o menos de prisa. Si existe una uniformidad en el tamaño del grano, el agua en este cereal entrará en una proporción más o menos igual, en cambio si es variable su tamaño, resultan irregularidades en el grado de humedad absorbida factor que influye en los siguientes procesos de la germinación.

CAPACIDAD DE GERMINACION Y PODER GERMINATIVO.—En general, la germinación es interpretada en dos formas: la primera, se conoce por el nombre de capacidad de germinación y es el número de granos que germinan en cinco días; a la segunda forma se le denomina poder o energía de germinación, la cual nos indica la fuerza de la cebada para germinar en el transcurso de tres días a una temperatura ordinaria.

Para una buena cebada, su capacidad de germinación no debe ser menor de un 94%. Este poder germinativo en la cebada no se desarrolla si ésta no es previamente almacenada. Asimismo, este poder se debilita o se destruye en las cebadas en las cuales el germen que se encuentra en el extremo de ellas se haya hundido, o la punta del grano presente una coloración morena u oscura. También puede debilitarse cuando el grano ha sido calentado o ha sido contaminado por alguna muscedinia.

PUREZA.—La pureza es un factor importante que interviene en el malteado, pues como es lógico la cebada que contenga una menor proporción de granos y materias extrañas, será la que mejor convenga ya que si es necesaria una limpieza prolongada del cereal, se ocasionará una merma considerable.

COLOR.—El color en la cebada debe ser de un tono amarillo claro brillante y uniforme, sin puntos negruzcos o azulosos, ya que éstos denotan la presencia de hongos. En algunos casos, las

cebadas presentan un color verde, debido a un defecto en su madurez o también a una coloración azulosa de la almendra, coloración que se va verdeando a través de las diferentes envolturas. Estas cebadas dan buenos rendimientos, pero es mejor utilizar las de color amarillo.

OLOR.—En cuanto al olor, éste debe ser el que se conoce por sano, ya que si denota un olor ahogado es señal de que la cebada está alterada por la humedad y contaminada por esporas de muscadinias, teniendo que ser por consiguiente rechazada.

Cultivo que debe seguirse para obtener una buena cebada para malta.

Para la obtención de una cebada de buena calidad, influye no solamente su especie, variedad o clase, sino también diferentes condiciones, entre las que cuentan el cultivo, el clima, el suelo, los abonos que se utilizan, el sistema que se siguió para el cultivo y el procedimiento de recolección, como también las condiciones en que éstos se verificaron.

Durante todo el período de la vegetación, es de suma importancia regular la distribución de las aguas, pues en ningún momento es conveniente para la cebada una excesiva humedad en cualquier momento de su desarrollo. Asimismo, le son perjudiciales las sequías prolongadas y los climas extremos.

Presentan gran importancia las condiciones metereológicas que existen antes de la recolección. Por ejemplo, si hay una falta de agua durante la maduración del grano, éste madura mal, es decir, en estas cebadas los procesos de transformación no son terminados y por consiguiente durante el malteado tienen una germinación defectuosa. Se logra un cierto mejoramiento en estas cebadas, aunque únicamente en lo concerniente a su apacidad germinativa, si se les tiene mucho tiempo almacenadas.

Para la madurez del grano se distinguen varios grados. En el primero, los granos son blandos y de aspecto lechoso. Después éstos adquieren un color amarillo cera llegando entonces al siguiente grado que es el de plena madurez y siendo el último grado cuando la espiga se desgrana. Conforme va aumentando la maduración la calidad de la cebada va mejorando.

Una vez que ha sido trillado el grano, debe ser inmediatamente conducido al granero aprovechando que esté seco, pues si permanece

ce la cebada en el suelo puede adquirir una humedad excesiva y por consiguiente se ceba a parder el grano.

TERRENOS Y ABONOS.—La cebada para su mejor cultivo requiere un terreno permeable, profundo, bien mullido, fértil, ni demasiado seco ni demasiado húmedo y de mediana riqueza en cal.

Los terrenos fuertes, es decir, muy compactos, son los menos apropiados para hacer el cultivo de este cereal, pues retienen demasiado la humedad y tienen la tendencia de formar costras. Los excesivamente permeables, dan un grano poco abultado y pobre en fécula. En los terrenos pantanosos no se obtienen cebadas buenas para maltería, pues éstas contienen gran cantidad de nitrógeno.

Un factor importantísimo en la obtención de buenas cebadas, son los abonos que son utilizados para su cultivo. El abono directo con estiércol no es conveniente. Entre los abonos potásicos el más recomendado es la kainita. De los abonos fosfatados, los que mejor resultado han dado son los superfosfatos. Hay que tener cierto cuidado con los abonos nitrogenados pues un exceso de nitrógeno aumenta el contenido de albúmina en el grano. Este defecto, o sea el de una cantidad excesiva de nitrógeno, es corregido teniendo cuidado de que el terreno contenga además todos los elementos necesarios, en las condiciones más favorables para el crecimiento de la planta, y de esta manera hay una transformación en grandes cantidades de nitrógeno en sustancias aprovechables. Entre los abonos nitrogenados, se recomienda el nitrato de Chile ya que éste tiene una rápida y mejor acción en el crecimiento de la planta, sobre todo en el primer periodo de la vegetación; este abono es añadido al suelo dos o tres semanas después de que haya brotado la planta.

En cambio, si la cebada necesita que el nitrógeno se le suministre directamente, lo mejor es emplear abonos que tengan una acción lenta, tales como el sulfato amónico o los abonos nitrogenados como el guano. Estos abonos deben ser puestos al suelo en el momento de la siembra.

Con respecto a las cantidades de abono necesarias no es posible dar unas normas fijas pues esto depende de la cantidad que contenga el suelo de anteriores abonaciones y también de la cosecha.

(1) (10) (16) (17)

REGIONES DE LA REPUBLICA MEXICANA DONDE SE
CULTIVA LA CEBADA

ZONA	ESTADO	MUNICIPIO
Centro	Hidalgo	Singuilucua
		Mixquiahuala
		Coatepec San Salvador
	Guanajuato	Acámbaro Hueyotlipan
	Tlaxcala	Calpulalpan
	México	Los Reyes Ixtapaluca Temamatla
Norte	Puebla	Yehualtepec Ahuazotepec
	Querétaro	Querétaro
	Coahuila	General Zepeda San Pedro de las Colonias Piedras Negras Nadadores
	Durango	Gomez Palacio
	Nuevo León	Sabinas Villa Aldama García
Pacífico Norte	Baja California	Mexicali (Terreno que cuenta con la mayor su- perficie de cultivo)
	Sonora	Huatabampo

Capítulo III
CONTROL QUIMICO DE LA CEBADA

COMPOSICION QUIMICA DE LA CEBADA

La composición química de la cebada puede expresarse de una manera general de la siguiente forma: de un 7.5 a un 15% el contenido de proteínas en base seca; y de un 50 a un 60% de almidón; de la humedad se puede decir que ésta está entre los límites del 10 al 20%. Siendo sus principales constituyentes los carbohidratos y las proteínas, con pequeñas cantidades de minerales y grasas.

Hidratos de carbono

ALMIDON.—El almidón es el hidrato de carbono de reserva más importante y por consiguiente, el que constituye la principal sustancia extractiva de la cebada y asimismo de la malta. El almidón es producido a partir del carbónico absorbido, con la colaboración de la clorofila, llevado a los órganos vegetales como sustancia constructiva y en los períodos de gran asimilación, almacenada en las semillas.

El almidón contiene un componente fosforado que se presenta en cantidades variables en los diferentes almidones naturales, y muy probablemente desempeña un papel en la degradación enzimática del almidón.

Según Maquenne, hay que distinguir en el almidón dos partes: amilosa y amilopectina; la primera se disuelve en el agua sin formación de engrudo y es coloreada por el yodo en azul; la amilopectina, por el contrario, forma engrudo con el agua caliente y se colorea en violeta por el yodo.

Celulosa

La celulosa se encuentra en diversas formas. Una de estas formas es la celulosa lignificada, que es el principal componente de las glumillas de la semilla; también se encuentra como celulosa parenquimatosas y ésta se halla en las paredes de las células que contienen la fécula. Esta celulosa durante el proceso de la germinación es transformada por un enzimo denominado citasa y esta transformación es la que hace posible la desagregación del grano. También se encuentran sustancias celulósicas en el núcleo de almidón, siendo éstas la amilohemicelulosa la cual, durante la sacarificación del almidón, por un proceso de hidrólisis se convierte en maltosa. La

celulosa se encuentra en la cebada en una proporción de 4 a 6% de base seca.

Materias nitrogenadas

De las materias nitrogenadas que se encuentran en la cebada, las principales son las albúminas y sus productos de desintegración. Las albúminas que se encuentran en la cebada son:

Leucosina	0.3 %
Albumosa (globulina)	1.95%
Ordeina	4.0 %
Albuminoides insolubles	4.5 %

La cantidad total de albúmina que se encuentra en la cebada oscila entre un porcentaje de 8 a 14%. Esta albúmina contenida en la cebada pertenece a las albúminas genuinas de fórmula molecular complicada. Las albúminas mencionadas en la lista anterior y principalmente el grupo de las globulinas, son insolubles. La ordeina es soluble en alcohol.

En la cebada también se encuentra la caseína vegetal.

En cuanto a los productos de desintegración de las albúminas existentes en la cebada, están las albumosas, las cuales tienen la propiedad de producir abundante cantidad de espuma, y además se les distingue por no ser coagulables. Entre esos mismos productos de desintegración están las peptonas. También existen en la cebada otros productos de desintegración más avanzada de los albuminoides, tales como las amidas y los aminoácidos: esparragina, leucina, tirosina, ácido esparragínico, ácido glutamínico, etc.

Enzimos

De los enzimos se hablará de una manera más particular en cuanto a sus divisiones y propiedades ya que éstos constituyen la principal riqueza de la malta.

“Enzimo puede definirse como un definido material catalizador de naturaleza orgánica, con un poder específico de reaccionar, está formado por células vivas verdaderas, pero independientes a la presencia posterior en sus operaciones. Entonces su acción como catalizador, consiste únicamente en la aceleración de las reacciones, sin que ellos mismos sean consumidos o alterados por la reacción”.

Willstatter, considera entonces que los enzimos están compuestos de un portador coloidal y un específico, grupo activo que facilita entonces ser el límite del sustrato y la composición al mismo tiempo, condiciones de naturaleza coloidal del completo complejo.

Los enzimos son considerados como unos fermentos solubles no figurados cuya constitución química aun no se ha podido definir. Por la definición anteriormente expuesta, los enzimos tienen por objeto intervenir en las funciones de los seres vivos transformando los compuestos insolubles y asimilables y para ello verifica procesos de oxidaciones, reducciones, etc. con la particularidad de no ser consumidos ni destruidos en el transcurso de dichas transformaciones.

Por lo antes expuesto, todas las fermentaciones industriales y en particular la industria cervecera dependen enteramente de estos catalíticos orgánicos producidos por la célula viva.

En cuanto a los enzimos contenidos en la cebada se encuentran los siguientes:

DIASTASA.—La diastasa que se encuentra en la cebada tiene por función sacarificar la fécula disuelta pero no siendo capaz de solubilizarla.

SACARASA.—La sacarasa, conocida también por invertasa y que como su nombre lo indica tiene la función de invertir la sacarosa, es un enzimo que se encuentra en la cebada húmeda y que tenga una completa madurez.

MALTASA.—La maltasa tiene por objeto la transformación de la maltosa en glucosa.

CITASA.—La citasa desintegra las hemicelulosas de las paredes de las células del endospermo.

En la cebada también se encuentran enzimos proteolíticos, los cuales son los siguientes:

PROTEASA.—La proteasa es la que da lugar al primer grado de degradación de los albuminoides.

PEPTIDASA.—Este enzimo tiene por objeto catalizar la acción final de la demolición de las proteínas hasta llegar a aminoácidos.

FITASA.—Este enzimo es el encargado de desdoblar los compuestos del fósforo. Así, por ejemplo, atacando a la fitina dando una mezcla de fosfatos primarios y secundarios.

Materias minerales

De las materias minerales se puede decir que varían según el suelo, el clima y las condiciones atmosféricas. Las principales materias minerales contenidas en la cebada son el potasio, el ácido fosfórico, el ácido sulfúrico, vestigios de cloro, magnesio, cal y ácido silícico siendo éste uno de los principales elementos de las glumillas.

Materias grasas

En cuanto a las materias grasas que contiene la cebada, las cuales casi todas están almacenadas en las capas de aleurona y en las células del escudete, son oxidadas parcialmente durante el proceso de la germinación. Estas sustancias grasas se encuentran en la cebada en una proporción de 2 a 3%.

(7) (14) (18) (20) (22) (24) (25)

CUADRO ANALITICO DE LAS C

	I	II	III	IV	V	VI
	%	%	%	%	%	%
HUMEDAD	11.61	12.24	10.53	9.72	11.47	14.22
CENIZAS	2.80	2.45	3.08	2.14	2.36	2.65
ALMIDON	54.26	50.83	54.70	52.47	52.15	51.85
AZUCARES	2.96	2.38	1.93	2.57	2.82	2.04
PROTEINAS	10.34	9.00	9.55	9.20	10.05	9.92
GRASAS	3.60	2.50	3.10	3.40	3.40	2.80
FIBRAS (libres de cenizas) ...	2.94	3.01	2.88	2.97	2.53	3.12
NITROGENO LIBRE	1.71	2.05	1.92	1.47	1.83	2.25
CASCARILLA	9.78	15.54	12.31	16.06	13.39	11.15

- I.—HIDALGO
- II.—GUANAJUATO
- III.—TLAXCALA
- IV.—MEXICO
- V.—PUEBLA
- VI.—QUERETARO
- VII.—COAHUILA
- VIII.—DURANCO
- IX.—NUEVO LEON
- X.—BAJA CALIFORNIA
- XI.—EXTRANJERA

PRO ANALITICO DE LAS CEBADAS

III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
%	%	%	%	%	%	%	%	%
10.53	9.72	11.47	14.22	10.75	12.18	11.83	11.55	9.81
3.08	2.14	2.36	2.65	2.94	3.02	2.58	2.20	2.91
54.70	52.47	52.15	51.85	53.27	50.95	52.74	54.50	59.60
1.93	2.57	2.82	2.04	2.75	2.32	2.90	2.56	0.51
9.55	9.20	10.05	9.92	10.25	10.17	9.63	10.00	9.90
3.10	3.40	3.40	2.80	3.55	3.12	2.96	3.35	2.35
2.88	2.97	2.53	3.12	3.02	2.75	3.10	3.00	2.74
1.92	1.47	1.83	2.25	2.10	1.78	1.92	2.05	2.35
12.31	16.06	13.39	11.15	11.37	13.71	12.34	10.79	9.83

Capítulo IV
MALTEO DE LA CEBADA

GERMINACION

Por germinación se entiende el proceso por el cual una semilla pasa de un estado de vida latente a otro de desarrollo o desenvolvimiento de sus actividades vitales. (17)

Para la conversión de la cebada en malta, el principal y más importante proceso a que es sujeta, es el de germinación, el cual debe estar atendido a condiciones determinadas. Estas condiciones deberán ser, como es lógico, lo más favorable posibles para que de este modo se obtenga de la cebada el mayor rendimiento. La cebada utilizada en maltería, deberá ser de buena calidad, teniendo ésta ciertos caracteres especiales que la distinguen de la cebada común usada como forraje, por consiguiente, su cultivo debe ser en condiciones y en terrenos apropiados.

Una vez que se han cumplido los requisitos anteriores, pasa la cebada a ser limpiada y clasificada. La limpieza del grano consiste en quitarle todas las partículas de mayor diámetro que aquel, por medio de maquinaria adecuada a estos casos, la que tiene además de la propiedad de efectuar la operación indicada, la de remover la tierra, pequeñas semillas, algunas impurezas, etc. por medio de corrientes de aire.

Una vez que se tiene el grano limpio, pasa éste a su clasificación, siendo esta clasificación efectuada en diferentes máquinas según la fábrica de malta en que se trabaje.

CONDICIONES GENERALES QUE DEBERAN EXISTIR PARA EFECTUARSE LA GERMINACION

Por lo general, la cebada recientemente cosechada posee un bajo poder germinativo, debido esto a que se cree que el grano contiene ciertas substancias que son lentamente oxidadas durante el otoño y únicamente cuando esta oxidación es verificada completamente el grano puede decirse que germina totalmente. Esto es de fácil comprobación sometiendo dicha cebada a un remojo en agua oxigenada o también removiendo la película que cubre los granos para mayor facilidad de que se efectúe dicha oxidación. Una vez que se ha verificado y comprobado el poder germinativo del grano, éste pasa a lo que propiamente se llama proceso de germinación, el cual para que se verifique necesita tener ciertas condiciones especiales de temperatura, humedad y ventilación.

Temperatura

Para su germinación necesita el grano una temperatura favorable. Se han hecho diferentes experimentaciones y se ha encontrado que la semilla puede germinar desde los 4 ó 5°C pero, como es lógico, esta germinación se efectúa muy lentamente. Al irse elevando la temperatura se va acelerando la germinación. Por consiguiente, de lo antes expuesto se saca la conclusión de que la germinación está en una proporción directa a la elevación de temperatura, encontrándose que la temperatura óptima varía entre 20 y 25°C y teniendo que tomar en cuenta que los diferentes procedimientos para la elaboración de la malta no presentan la misma temperatura óptima. Si se ha empezado a trabajar a una temperatura media, el proceso de germinación no debe sobrepasar de 38°C, la cual se considera que es su temperatura máxima a lo que se puede trabajar. Ahora bien, si los trabajos se han iniciado a temperaturas más bajas, éstos pueden ser continuados a temperaturas más altas siempre y cuando sean suspendidos al llegar a 45°C.

Humedad

Como la cantidad de agua que el grano contiene en su interior, denominada agua de constitución, no está en cantidades suficientes para disolver las substancias solubles que se encuentran cerca del embrión para la alimentación de éste, entonces la cebada es sujeta

a un proceso de remojo para que así adquiriera mayor cantidad de agua y pueda, por consiguiente, desarrollarse. Cuando la cebada no tiene la cantidad necesaria de agua, las miscelas móviles del embrión permanecen en un estado latente. En cambio, una vez que la semilla ha sido tratada por el proceso de remojo y ha adquirido suficiente cantidad de agua para que sean disueltas las materias nutritivas y por consiguiente las miscelas inicien su movimiento, entonces tiene lugar un desenvolvimiento de los fenómenos vitales que tienen como consecuencia final el desarrollo de la planta. Este remojo en el cual el grano adquiere esa cantidad suficiente de agua, es verificado en tanques adecuados para ese uso. El grano, al ser colocado en los tanques anteriormente dichos, es bañado con grandes cantidades de agua notándose que hay una absorción muy lenta debido a que la fijación del agua se hace muy despacio pues tiene que ir pasando, para penetrar al interior del grano, a través de todas las membranas celulares. Las substancias nutritivas que se hallan en forma soluble son llevadas por ósmosis al embrión. Mientras tanto, se empieza a efectuar la acción de los enzimas los cuales tienen por función la de disgregar las que se encuentren en forma insoluble, las cuales son convertidas en solubles y asimilables. Hay que tomar en cuenta que para humedecer la cebada el agua debe ser química y bacteriológicamente pura. En cuanto a lo primero, hace falta considerar las cantidades de sólidos disueltos en el agua que tienden a disminuir la extracción natural de sales y otros elementos solubles del grano, y también que ciertos iones, según se cree, actúan esencialmente en el desarrollo máximo de la actividad enzimática. Uno de los principales iones a que se hace mención es, por ejemplo, el magnesio. También, como se dijo anteriormente, la pureza microbiológica del agua es de bastante importancia pues como hay sustancias solubles que hacen que el agua adquiera la propiedad de ser un medio de cultivo apropiado para que se desarrollen ciertos microorganismos, se tendría el peligro de que subsistieran algunos microorganismos aun hasta en el secado.

Como es natural, debe controlarse la cantidad de agua absorbida por el grano, ya que por ejemplo una insuficiencia de humedad en la cebada, aunque en sí no tiene ningún peligro ya que esta malta puede ser utilizada, hace sin embargo que la cebada germine defectuosamente. En cambio, si hay un exceso de remojo en la cebada se tiene mayor perjuicio, ya que habrá una carencia del oxígeno necesario para su respiración.

Hay diferentes formas de comprobar que el agua ha entrado en cantidades suficientes en el grano de la cebada, como el de perder su dureza, el de que su cáscara se desprende fácilmente, etc. etc. La humidificación suficiente para un grano de cebada es de 45%.

Ventilación

— Durante el remojo, además de la fijación del agua se efectúa otra función que es la de iniciarse, inmediatamente que entra el grano en remojo, la función de respiración que, como se sabe, es la principal fuente de energía de toda planta. Esta función es verificada energicamente desde un principio por la planta y por medio de ella ésta toma el oxígeno necesario para efectuar los fenómenos de oxidación. Dicha función, como es lógico suponer, debe satisfacerse con la aireación adecuada. Esta respiración es facilitada por la acción de un enzimo llamado oxidasa el cual oxida la grasa y los hidratos de carbono provocando la formación de agua y anhídrido carbónico. Si se sobrepasa de un 20% la producción de anhídrido carbónico, se tiene el peligro de llegar a paralizar las funciones de la nueva planta. Para evitar esto, es necesario hacer a tiempo la ventilación.

Al comenzar la germinación, la acción del anhídrido carbónico sobre el embrión es muy sensible y es, por decirlo así, nociva: pero conforme ésta avanza, esta acción se vuelve menos sensible. Por consiguiente, como es lógico verlo, la ventilación se hace más necesaria al principio que al final, siendo en el último período poco importante dicha ventilación. Cuando al grano no le es suministrado la cantidad de oxígeno que necesita, éste desarrolla lo que se llama respiración intramolecular la que consiste en destruir su propia sustancia y por consiguiente da lugar a la formación de productos nocivos, tales como alcoholes, ácidos orgánicos, éteres, que tienen la propiedad de narcotizar al embrión y acabar por destruirlo por lo que se les considera como verdaderos venenos celulares activos, habiéndose hecho esta observación sobre cebada bien aireada la cual se ha visto que germina más rápidamente que una cebada axfisada la que requiere un mayor número de días para efectuar su germinación. En cambio, cuando la aireación es buena, la cebada efectúa una respiración precoz lo cual ahorra tiempo y trabajo teniendo además la propiedad de ser uniforme y permitiendo al mismo tiempo

que el proceso se realice en frío. Por el contrario, cuando el grano no recibe suficiente cantidad de aire, éste como está debilitado emplea todas sus energías en la destrucción de los venenos acumulados produciéndose entonces un desarrollo de calor y presentándose la dificultad de establecer de nuevo el equilibrio térmico. Esto trae como consecuencia un crecimiento excesivo del germen, una falta de uniformidad en la malta y un menor rendimiento en extracto, debido esto a la aireación forzada que exige la germinación. Cuando la cebada está sujeta a una buena aireación está exenta de principios morbosos y por consiguiente germina normalmente, crece con regularidad y no tiene tendencia a recalentarse. Por conclusión, la germinación debe realizarse en frío de una manera natural, sin tener necesidad de recurrir a una refrigeración artificial, obteniéndose de esa manera un mayor rendimiento en malta y ésta, a su vez, es más rica en extractos.

De lo anteriormente dicho se hace notar que hay que tener cuidado con las condiciones de ventilación para la obtención de una buena malta, ya que en este punto reside el secreto para llegar a un buen malteado.

Como una condición secundaria en importancia en el proceso de malteado, está la de iluminación. Se tiene la creencia de que la luz azul tiene una influencia en la producción de los enzimos y por consiguiente en el desarrollo del germen. (16) (19) (24)

PROCESOS DE GERMINACION

El tratamiento al cual se sujeta la cebada para obtener la malta comprende diversas operaciones las cuales pueden ser divididas en cinco grupos, a saber:

1. Limpiado de la cebada,
2. Lavado y remojado,
3. Germinación,
4. Torrefacción,
5. Desección y tostación.

LIMPIADO DE LA CEBADA.—El limpiado de la cebada es llevado a cabo por medio de unos tamices oscilantes que tienen unas mallas que permiten la separación de las impurezas. En algunas fábricas, al hacer esta operación, existe otra operación conjunta que

es la de separación de los granos con respecto a su tamaño para la obtención de esta manera de una malta más homogénea.

LAVADO Y REMOJADO.—El lavado de la cebada es verificado por medio de antisépticos adecuados, tales como el sulfato de calcio o el agua de cal. Este lavado a que es sujeta la cebada es necesario, pues de esta manera son quitados los gérmenes que pudieran estar adheridos a la cebada y así se evita la producción de fermentación anormales. Durante este proceso de lavado, quedan siempre en la superficie de los tanques una cierta cantidad de granos los cuales se van quitando, pues son granos muy vacíos y que por consiguiente no germinan y pueden enmohecer la malta.

Después de la operación antes indicada, o sea del lavado de la cebada, los granos son sometidos a un remojo. Este remojo es efectuado en unos cilindros de hierro donde es dejada la cebada por espacio de unos dos o tres días con el objeto de que se ablande. El agua que se utiliza en dicha operación de remojo, debe tener una temperatura de 10 a 15°C. Este agua, como es lógico suponer, hay que cambiarla y al mismo tiempo airear la cebada varias veces.

Para que una cebada se considere lo suficientemente remojada, debe reunir:

Primero, al ser comprimido el grano entre los dedos se quiebra con facilidad y la envoltura se desprende fácilmente.

Segundo, no ofrecerá ninguna resistencia cuando se preme entre los dientes.

Tercero, al doblarlo sobre la uña del dedo no se desgarrará el grano, sino que se desprenderá libremente el mismo.

Cuarto, al ser cortado en dos partes y frotado contra un cuerpo áspero, el grano debe dejar un rastro blanco parecido al que deja el carbonato de cal.

Quinto, y éste es el más importante carácter, al dividir el grano longitudinalmente por su cara central, se encontrará en el interior del endospermo, o sea en el centro del grano, una porción muy pequeña de aspecto aceitoso y de un color más blanco que la masa que lo rodea; dicha mancha desaparecerá después de 24 horas de estar en el proceso de germinación. (19)

El objeto principal del lavado y remojo de la cebada explicado anteriormente, aparte de como ya se dijo antes de lavar las

impurezas adheridas al grano, tiene además la propiedad de suavizar las envolturas que lo cubren para facilitar que el agua penetre al interior y de esta manera hacer que se hinche el grano y facilitar el que se verifiquen los fenómenos químicos y biológicos, los cuales tienen una importancia. Estos fenómenos son: la desagregación de los granos de almidón que forman el endospermo y cubren el embrión; también la disolución de sustancias que provienen de las mismas envolturas, tales como los taninos, gomas, materias nitrogenadas solubles, sales minerales y algunas diastasas las que determinan una pérdida de 0.5% a 1.5% sobre el peso de la cebada según la variedad. Hay que tomar en cuenta ya que tiene un carácter de vital importancia, la clase de agua que es utilizada; porque, por ejemplo, si el agua es tratada durante el proceso de remojo por aguas duras, estas aguas disolverán una mayor proporción de taninos y sustancias amargas y así se obtienen maltas oscuras. El caso contrario es cuando se utilizan aguas potables que dan maltas pálidas. Otro de los fenómenos que se efectúan durante este proceso de lavado y remojado, es la activación de la vida del embrión el cual se encuentra en un estado de quietud. Al penetrar el agua al embrión, éste desprende bióxido de carbono, lo cual indica que existe la función de respiración en el embrión y de ahí la necesidad de airear el grano cuando se cambia el agua de los tanques como ya anteriormente se expuso. En este proceso hay un ligero aumento de azúcares reductores y al mismo tiempo de sacarosa aumentada también la acidez. (19)

DIFERENTES SISTEMAS DE ELABORACION EMPLEADOS DURANTE EL PROCESO DE GERMINACION

Estos sistemas pueden ser divididos en tres grupos según sea la forma en que se efectúa la germinación. Dichos tres grupos son:

1. Mecánico y neumático,
2. Neumático,
3. Mecánico.

Se pasará ahora a explicar la diferencia que existe entre cada uno de estos tres sistemas.

Se empezará por el enunciado en primer lugar, o sea, el sistema mecánico neumático. En este sistema la malta es elaborada con ayuda de aire frío y húmedo, y el volteo de la cebada se efectúa por

medio de maquinaria. De este sistema se tienen pocas fuentes de información, y lo único que se sabe es que el primer sistema de esta clase fué inventado, por el año de 1848, por Lacambre y Rerses en Bruselas, Bélgica. Después de éstos siguieron Vallery, Weise y más tarde Liebermann, Heinde, Voelckent, Hornby, Mauthner, Gruber, Golloy y Galland y otros muchos más. La mayor parte de estos señores construyeron los llamados tambores. En 1877 Saladin fué el primero que introdujo los compartimentos para maltcar con revolvedores o volteadores mecánicos. Desde ese mismo momento, el sistema que estamos tratando ha ido mejorando considerablemente en Europa y América.

El segundo sistema, o sea el sistema neumático, tiene como características el emplear aire frío y húmedo, pero a diferencia del anterior, el volteado de la cebada es efectuado por medio de palas en la misma forma en que se efectuaba el antiguo proceso llamado sistema de piso. (12)

Sistema de piso

La germinación en este sistema es llevada a cabo en unas grandes salas, en las cuales el piso puede ser de cemento, de asfalto o de losas. Estas salas deben estar muy bien ventiladas; esto se logra por medio de ventanas que permiten el acceso suficiente de oxígeno. También es un factor importante en estas salas la regularización de las temperaturas, las cuales deben ser de 9 a 10°C. Estas salas deben ser semisubterráneas o interiores y, como es lógico suponerse, deben estar siempre muy limpias.

Se pasara ahora a explicar la forma de trabajar en este sistema. La cebada se extiende en capas que, por lo general, tienen unos 30 cm. de alto. Al día siguiente de ser extendida la cebada en dichas capas, empieza la germinación que es acompañada de un calentamiento de los granos; éstos deben voltearse por medio de palas y de una manera periódica, para que de esta forma sea regulada la temperatura que en la cebada no debe pasar el límite de 20°C, pues a unas temperaturas de 35° y menores de 5° cesa la germinación. La temperatura a que es preferible mantener la cebada, es la de 16°C. La cantidad de aire que debe proporcionarse al airear la cebada, debe ser el suficiente para que el oxígeno contenido en él sea el necesario para la respiración y alejar de esta

manera el anhídrido carbónico, pero no debe haber grandes cantidades de aire pues existe el peligro de que haya una evaporación grande de agua.

La duración normal de la germinación es de 7 a 9 días. La malta obtenida por este método es de unas características muy regulares, ya que como se ha visto todas las condiciones que influyen en este procedimiento afectan de una manera igual a todos los granos. (11)

El primero de que se tiene noticia que construyó el sistema neumático, fué el inglés llamado Stead por el año de 1842; después lo hicieron Tizard, Graham, Perry, Galland y Saladin, Marbeau, Schilcher, Voelckner, Velter, Puvres y otros más, los cuales, a diferencia del primer sistema, usaron en vez de tambores unas cajas o compartimientos para el malteado sin hacer uso de revolutores mecánicos.

El tercer grupo en que fueron divididos los sistemas empleados en germinación, como ya se dijo antes, es el mecánico. Este consiste en el volteo de la malta por medios mecánicos o por medio de pisos con compuertas u otros medios en los cuales intervenga maquinaria. La ventilación en este sistema, a diferencia de los anteriores en los que como ya se dijo es por medio de aire frío y húmedo, se efectúa en la misma forma que en el antiguo sistema de piso que ya se explicó. Este sistema es el más reciente y del primero que se tiene noticia es del inventado por Geemen por el año de 1860, siguiéndolo después Boettger, Huenkopf, Koder y Lohse, Planer, Scheideg, Hove y otros más.

De los tres sistemas antes enunciados, los que más han soportado la prueba del tiempo son los mecánicos neumáticos y, entre otros, están los que tienen compartimientos Saladin-Prinz y el de tambores Galland-Henning. En México, el sistema más empleado es el siguiente: el sistema neumático automático para maltear Galland-Henning. Este sistema difiere de los demás en los detalles de construcción y en los métodos empleados en el uso de aire fresco humedecido. En este sistema la germinación de la cebada se efectúa por medio de tambores y el volteo de la malta se efectúa al girar dichos tambores; algunos de estos tambores están acondicionados para girar a diferentes velocidades según sean las condiciones en que se encuentra la malta. La ventilación que se usa es por lo general continua. (1)

Operaciones que se efectúan en este sistema.— En este sistema

existe una cierta diferencia en el remojo de la cebada que cuando se emplea el sistema de pisos. Una vez que se ha limpiado la cebada por medio de la maquinaria adecuada y también que ha sido ya clasificada, es conducida por medio de un elevador mecánico ya sea a los silos, para su almacenamiento, o directamente a los tanques de remojo donde es efectuado el primer paso de importancia para la obtención de buena malta. Por lo general se prepara en cada operación una cantidad aproximada de 13,500 Kg. ya que esta cantidad es la capacidad standard de los tambores en que se hace el remojo. Una vez que se ha puesto el grano en los tanques ya referidos, se hace llegar agua por la parte de abajo por una entrada colocada a un lado de la boca de descarga de la cebada. El agua es introducida a una temperatura de 10 a 12°C y se deja llenar el tanque hasta que un excedente de agua empieza a derramarse por la parte superior. Después de una hora, se vacía el tanque y se cambia el agua dejándola reposar 12 horas para volver a cambiarla, haciendo esta operación en intervalos iguales durante un período de 44 horas, tiempo durante el cual la cebada permanece en maceración. Este tiempo varía según sea el grano de que se trate, pues el grano pequeño fija más pronto la humedad que los grandes y gruesos y, también, según sea la edad del grano, pues los más viejos han perdido humedad y se encuentran más compactos que los recién cosechados. Durante este proceso, es de vital importancia que no se pase el grado de saturación porque entonces el germen tendrá un desarrollo más grande durante la germinación produciéndose, por consiguiente, una malta excasa en extracto. Es de preferencia que le falte algo de humedad en último caso, ya que este defecto es corregible después de la adición de agua. La cebada durante éste proceso tiene un aumento de un 60% más o menos sobre su peso y un 25% en su volumen. Según sea la malta que se desea obtener se requerirá una proporción de agua absorbida determinada, como por ejemplo, cuando se quiere obtener maltas de un color oscuro se requiere una proporción de un 52 a un 54% y cuando se quiere obtener maltas pálidas la proporción debe ser de un 45 a un 50%. (8).

Cuando se ha comprobado que se ha llegado ya el grado de remojo necesario, se suspende la operación. Primero, se hace salir el agua y una vez que está completamente escurrida la cebada, ésta queda lista para ser pasada a los tambores de germinación a los cuales es llevada por un sistema de conductores adecuados.

Una vez que ya se tiene puesta la cebada en los tambores, los cuales son llenados por completo, empieza el volteo del grano que se

efectúa de la siguiente manera: durante los 3 primeros días, se da una vuelta cada dos horas; el cuarto día y las primeras 12 horas del quinto, se da una vuelta cada hora y media; y, para terminar, las últimas 12 horas se da una vuelta cada 40 minutos. Este movimiento lento y regular, tiene por objeto dos cosas: primero, el impedir que las raicillas del grano se entrelacen entre sí; y, segundo, el que las superficies se renueven constantemente sobre los conductos interiores de tela perforada que atraviesa el tambor y también que el ventilador correspondiente extraiga fuertemente, a través de toda la masa, el gas carbónico producido por el desarrollo del embrión y al mismo tiempo hacer pasar una corriente activa de aire fresco y saturado de humedad, aire que viene por un tunel construido para cada sección de cilindros. Este tubo viene a lo largo del salón con una sección de 2.5 m. de ancho por 1 m. de alto, el cual está conectado al sistema de refrigeración que consta de una cámara ocupada por coque en pedacrería que se encuentra constantemente bañado por agua refrigerada que cae desde lo alto. A esta cámara entra el aire desde el exterior por una gran abertura. La cebada tratada por este procedimiento pierde muy reducida cantidad de humedad. La temperatura debe ser regulada y esto se logra por medio de un termómetro de que está provisto el tubo de salida del aire, constando a la vez de una válvula que sirve para aumentar o disminuir el paso del aire al interior. El primer día la temperatura debe ser de 12°C; el segundo, de 15.5°C; el tercero, de 18.3°C; el cuarto y las primeras 12 horas del quinto, la temperatura debe ser de 21.1°C; y, las últimas 12 horas del quinto día se pasa aire seco del salón suprimiéndose el aire húmedo y frío que viene del tunel. Durante este proceso, si es necesario, se rocía la cebada una o dos veces con agua en una proporción de 100 litros de agua por cada 1,000 Kg. de cebada.

La operación de germinación se da por terminada cuando el germen ha desarrollado una plúmula de 3/4 partes del largo del grano y unas raicillas de un tanto y medio de longitudes del mismo. Entonces la malta, a la que se le llama malta verde, es sacada de los tambores directamente a los conductores mecánicos los cuales la transportan a las plataformas secadoras en donde se coloca, por lo general, en capas de unos 50 cm. de alto. Esto tiene por objeto el privar a la malta del fuerte contenido de humedad que ha adquirido durante los pasos anteriores. (11).

En esta operación se verificaran diversos fenómenos, los cuales son:

1. El de hacer suficientemente poroso el endespermo y por es-

te medio facilitar, tanto al almidón como a los albuminoides, su inversión y solubilización respectivamente durante la maceración.

2. El de desarrollar al máximo los enzimos para efectuar la inversión.

Estos fenómenos deben lograrse, como es lógico suponer, con la menor pérdida posible de sustancias necesitando, por lo tanto, que este fenómeno biológico sea verificado teniendo las condiciones fisiológicas indispensables en que debe encontrarse el grano. Tales condiciones fisiológicas han sido ya descritas anteriormente; tales son la de temperatura, humedad y aireación. La temperatura debe empezarse a unos 12°C y seguir elevándola pero sin pasar al final de 25°C, ni de ninguna manera llegar a 28°C porque entonces se detendría la germinación. La humedad es igualmente indispensable para la germinación por diversas causas; entre éstas se puede contar: primero, la de disolver la firme cohesión de las células; segundo, proveer de humedad al embrión el cual por medio de la absorción se hincha y por consiguiente se aflojan las celdillas que lo rodean. Y, por último, la aireación es importante ya que proporciona el oxígeno necesario al germen y, al mismo tiempo, la extracción del bióxido de carbono producido y lograr también el abatimiento de la elevación de temperatura la cual provocaría un desarrollo prematuro del embrión, alcanzando éste la longitud necesaria pero sin que se haya obtenido la degradación suficiente de los elementos y, como las raicillas están aun más desarrolladas, consume una gran cantidad de sustancias nutritivas por lo que debe seguirse la germinación de una manera lenta y más bien fresca para así lograr una malta bien desarrollada y de buen rendimiento. (15).

Durante las 24 a las 36 horas desde que se inició el proceso de germinación, empieza la acción enzimática siendo la primera disolución la de la citasa que es secretada por el epitelium y las células del almidón que cubren el endospermo facilitando a la raicilla primaria que salga de su envoltura apareciendo como un punto blanco en el extremo inferior del grano. Al mismo tiempo, la plúmula se ensancha en el interior del endospermo comenzando su crecimiento oculto, perdiendo entonces el grado su consistencia y adquiriendo una suavidad que se ha venido desarrollando por la disolución de las capas internas constituidas por granos de almidón los cuales son atacados por la amilasa y ésta, a su vez, es producida por el embrión. El almidón que ha sido atacado por el enzimo antes mencionado, se transforma en azúcares los cuales son aprovechados por el propio embrión para su crecimiento. La mayor parte de estos azúcares transformados que aprovecha el embrión, son transformados en bióxido de carbono y en agua

por la respiración del mismo embrión, fenómeno de combustión que tiene lugar en la nutrición de todo ser viviente. Como es lógico suponer, para que esta reacción sea efectuada debe haber un exceso de oxígeno y esto se logra por medio de la aireación que sirve para arrastrar el gas carbónico desprendido y al mismo tiempo refrescar al grano. Otra parte de los azúcares transformados, son aprovechados por el grano para la formación de sus tejidos.

Una acción parecida a la citada anteriormente, o sea a la que acontece a los hidratos de carbono, les pasa también a las sustancias nitrogenadas por la intervención de los enzimos proteolíticos. Por ejemplo: se tiene en primer término la pectasa que tiene por objeto solubilizar y hacer asimilable los albuminoides para el sustento del embrión. Este enzimo es producido durante la germinación y su acción es la de transformar primero en peptonas y más tarde en amidas y en ácidos aminados. Existe la intervención de un enzimo intermediario el cual tiene por objeto la transformación de las peptonas hasta su último término que son las amidas.

Por medio de pequenísimos canales que atraviesan el endospermo llegan al embrión las sustancias nitrogenadas, hidratos de carbono y sales minerales, las cuales son consumidas por éste para su crecimiento. Dichos canales, conforme va avanzando la germinación, van ampliándose y haciéndose cada vez más esponjosas y porosas, fenómeno que aprovecha la citasa para ir gradualmente disolviendo las celdillas celulósicas de que están revestidos los granos de almidón. (7) (16).

Cuando el germen ha alcanzado una longitud de tres cuartas partes de la del grano y las raicillas de un tanto y medio, siendo este estado el de producción máxima de diastasas, pasa el grano a la siguiente operación o sea la de privarlo de la humedad que contiene.

Una vez que ha sido transportada la malta a las plataformas secadoras y colocada de la manera antes dicha, se comienza la operación de extraer la humedad contenida. Dicha humedad es extraída por medio de un sistema de ventiladores que están instalados en el piso superior y los cuales tienen la función de aspirar la humedad mientras que, al mismo tiempo y por medio de un horno que se encuentra en la planta baja, se produce aire caliente que es aspirado por los ventiladores antes mencionados atravesando toda la masa de malta que está en la plataforma, la que a su vez es aflojada y removida lentamente por medio de unas hélices que van y vienen a lo largo de la secadora. El movimiento de estas hélices es efectuado durante cada media hora que es el período que tarda en efectuar una vuelta completa parándose las hélices otra media hora al terminar la vuelta.

Para obtener un rendimiento suficiente y que al mismo tiempo se conserve el poder enzimático y evitar la formación de sustancias que impartan un sabor amargo a la cerveza, la mejor temperatura para trabajar en esas plataformas es entre 81 y 87°C prolongando esta temperatura durante algún tiempo para continuar a la de 93°C a la cual se termina la operación. (17).

DESECACION, TORREFACCION, TOSTACION.—La duración y temperatura con que se trabaja durante la tostación influye de una manera principal en el carácter de la cerveza. Por ejemplo, si se quiere obtener una cerveza clara y ligera, como son las de Bohemia, la temperatura a que se debe trabajar durante la desecación debe ser bastante baja, siendo al mismo tiempo la ventilación muy activa logrando de esta forma que la humedad se escape rápidamente y al mismo tiempo que los hidratos de carbono no continúen siendo fermentables; de este modo se obtiene una malta muy poco oscurecida. En cambio, si se quiere obtener cervezas oscuras y ricas en extractos, como son las de Baviera, la operación de desecación debe efectuarse a unas temperaturas más altas; la ventilación debe ser menos activa y la colocación de las capas de malta debe ser más espesa para que de esta forma el agua se escape muy lentamente y lograr así que se formen los productos característicos de la tostación. Para obtener estas maltas tostadas, se efectúa la operación en tambores que giran a fuego directo hasta que la malta toma un color pardo.

Una vez que se ha terminado el proceso del secado de la malta, es descargada la plataforma del piso bajo y la malta que se encuentra en el piso superior es bajada a aquélla y ésta se carga nuevamente con malta fresca, y así sucesivamente se va efectuando la operación.

Durante este proceso se presentan diferentes fenómenos como son los siguientes: El principal objeto que se persigue es el de paralizar la vida del embrión suprimiéndole la humedad por medio del paso de aire caliente y al mismo tiempo conservársela. Otro de los fenómenos que se efectúan es el de que se reduce la cantidad de diastasas contenidas en la malta verde, especialmente si al principio hubo un aumento brusco de temperatura, por lo que es conveniente hacer la desecación a bajo calentamiento al principio para terminar a más alta temperatura cuando ya no se alteren las propiedades de dichos enzimos. (5) (8) (11) (19).

Temperaturas a las cuales se encuentra el aire en la cámara baja y temperaturas a que se encuentra la malta en el piso bajo durante la obtención de maltas claras.

Horas	oC	Horas	oC
1	25	9	47.2
2	25	10	50
3	27.2	11	50.2
4	27.2	12	55
5	32.2	13	68.9
6	35	14	68.9
7	37.2	15	68.9
8	43.9		

Temperaturas a las cuales se encuentra el aire en la cámara baja, temperaturas a que se encuentra la malta y temperatura a que se encuentra el primer piso durante la obtención de maltas oscuras.

Horas	Temps. 1er. piso	Aire en la cámara baja	°C en la malta
18 a 19	97	60 a 65	85 a 87.2
19 a 20	108	65 a 68.8	90 a 92.2
20 a 21	115	68.8 a 72.2	97.2 a 100
21 a 22	121	72.2 a 75	100 a 102
22 a 23	121	75 a 77.2	102 a 105
23 a 24	121	77.2 a 83.9	105 a 105.1

(21)

CAMBIOS QUE EXPERIMENTA LA CEBADA DURANTE LA GERMINACION

De lo dicho en las hojas anteriores, se saca en conclusión que la germinación es un proceso por el cual una semilla pasa de un estado de vida latente a otro de desarrollo o desenvolvimiento de sus estados vitales. (18)

Se sobreentiende que para que se efectúe la germinación son necesarias ciertas condiciones favorables de temperatura, humedad y presión de oxígeno.

El principal y distintivo carácter de la germinación, es el de ser un proceso en el que se suceden transformaciones catabólicas que suministran la energía suficiente para los procesos de síntesis. Estos diversos cambios que se efectúan durante la germinación, comprenden: primero, los cambios morfológicos que se refieren al crecimiento de la plúmula y la radícula y, segundo, los cambios histológicos que se refieren a la desaparición total de las paredes de las células del endospermo y, por consiguiente el reblandecimiento del grano. Como tercer cambio, tenemos los cambios metabólicos en la composición química, tales como la degradación de proteínas, almidón, etc., transformándose estas sustancias en sustancias difusibles. Como cuarto y último tenemos la liberación de enzimas que es el cambio más importante y esencial que tiene lugar en el transcurso de la germinación.

De todos los fenómenos antes referidos, los que presentan más importancia son el tercero y cuarto, o sean los cambios metabólicos y la formación de enzimas. (17)

Diversos cambios metabólicos en la composición química de la cebada que tienen lugar durante el proceso de germinación.

Durante el proceso de la germinación son las funciones de nutrición las que van teniendo lugar y, por consiguiente, son las que hacen que se altere la composición química de la cebada. Esto es explicable ya que el grano contiene cierta proporción de sustancias de reserva que están destinadas a alimentar al embrión. Estas sustancias pueden ser divididas en tres clases, a saber: hidratos de carbono, albuminoides y sales. Estas mismas sustancias, por hallarse en una forma insoluble y también no difusible sino en muy pequeña proporción, no se encuentran en condiciones de ser absorbidas inmediatamente por el embrión. Cuando es puesta la cebada a remojo, una pequeña cantidad de sacarosa que existe cerca del embrión es disuelta y absorbida por las células embrionarias, lo que facilita su desarrollo. Sin embargo, conforme esto va sucediendo, como es lógico suponerse, la sustancia asimilable se va agotando y por consiguiente el embrión acabaría por morir. Esto no sucede en realidad ya que entonces entra la liberación de los enzimas que tienen como función la transformación de sustancias no asimilables en sustancias asimilables.

Una vez terminada la germinación, de la cual se ha obtenido la malta, la composición de ésta ya no es la misma que la de la cebada ya que como se sabe ésta ha sufrido diferentes transformaciones. Se tiene, por ejemplo, las sustancias asimilables que hallándose en la cebada en un porcentaje aproximado de 6.5%, a medida que va verificándose la germinación va decreciendo este porcentaje hasta llegar a cierto límite en el cual comienza a aumentar. Esto es debido a la solubilización de las substancias que se hallan en forma insoluble por la acción enzimática.

HIDRATOS DE CARBONO.— Durante la germinación, los hidratos de carbono sufren grandes cambios de importancia. Por ejemplo, la diastasa ataca en una proporción pequeña al almidón disminuyendo su contenido en materia seca de un 4% a un 5%. La maltosa obtenida a expensas del almidón atacado por las diastasas, es transformado inmediatamente en glucosa por la maltasa siendo la glucosa en parte usada para la respiración y en parte transformada en lebulosa. Los dos azúcares obtenidos, glucosa y lebulosa, son condensados para darnos la sacarosa. Por conclusión, se tiene que los azúca-

res que se encuentran en la malta después de la germinación son: glucosa, lebulosa y sacarosa.

Se han hecho diversos estudios sobre este problema, es decir, la cantidad de azúcar invertida a sacarosa durante la germinación, siendo Luers y Loibl los que han efectuado trabajos más acertados sobre este asunto y los resultados obtenidos en el curso de sus operaciones han sido que la cantidad de azúcar invertida aumenta en pequeña cantidad durante el remojo para luego decrecer también en una pequeña proporción al ser consumida por el embrión cuando es iniciada la germinación. A partir del segundo día del desarrollo del embrión, encontraron que a pesar de seguir sirviendo de alimento a éste, por la acción de la invertasa llega a alcanzar una proporción relativamente alta en el sexto día.

Analizando la malta, se encuentra que el azúcar formado está en una proporción mayor al almidón degradado. Este fenómeno se puede explicar ya que algunos de estos azúcares provienen de la desintegración de la hemicelulosa que constituye las paredes celulares del endospermo. Dicha desintegración es efectuada por la acción de un enzimo denominado citasa. Este proceso de la desintegración de las paredes celulares después de la producción enzimótica, es el principal y más importante objeto del malteado. Las paredes celulares del endospermo no son atacadas en su totalidad, quedando una pequeña porción de ellas sin ser disuelta lo que es solamente perceptible al microscopio y viene a ser en realidad la verdadera celulosa. En cambio, los productos de la desintegración de la hemicelulosa, sustancias pépticas y otros componentes de las células del endospermo, forman una parte del extracto de la malta constituido principalmente en forma de hexapentosanos.

PROTEINAS.—Las proteínas sufren cambios considerables, sufriendo la primera degradación por la acción de la proteinasa. Después, las pectidasas catalizan la acción final de la demolición de los albuminoides para llegar a aminoácidos.

Se han hecho diferentes estudios sobre la pérdida de sustancias proteicas en el transcurso de los días. Después de la germinación, la materia albuminoidea decrece en un 12 a un 15%, siendo las transformaciones de las proteínas durante el tercero y cuarto días de la germinación momentos antes de que tome incremento el poder diastásico, por lo que se tiene la creencia de que dicha transformación está asociada probablemente a la liberación de enzimos.

MATERIAS MINERALES.—De las materias minerales que se encuentran en la cebada, únicamente los fosfatos son los que sufren cambios de importancia. Por ejemplo, la citasa ataca a la fitina de la cebada dando una mezcla de fosfatos primarios y secundarios teniendo estos fosfatos un pH de 6.

FORMACION DE ENZIMOS.—Durante el proceso de la germinación se forman diversos enzimos, cada uno destinado a desintegrar determinada clase de sustancia pues, como se sabe, para cada especie de sustancia existe un enzimo específico. Por ejemplo, para el desdoblamiento de carbohidratos, está la formación de los enzimos denominados carbohidrasas; para las proteínas, las proteasas; y para otras sustancias, tales como las materias minerales, se tienen los correspondiente enzimos. Como ejemplo tenemos un caso anteriormente citado que es el de los compuestos del fósforo en el cual está el enzimo denominado fitasa.

Carbohidrasas.—En la malta existen dos enzimos diastásicos que son: la a —amilasa y la b —amilasa, los cuales atacan diferentes puntos de la molécula de almidón.

Según Van Klinkenberg, el almidón es una mezcla de 36% de a —almidón y 64% de b —almidón.

De esto resulta que el a —almidón es convertido por la a —amilasa a maltosa, siendo ésta el producto final de la degradación del almidón. Así también la b —amilasa digiere el b —almidón y la acción de aquella resulta en la formación primaria la b—maltosa.

Son las amilasas los enzimos más importantes que se encuentran en la malta, teniendo su mayor actividad en la región comprendida, entre las células de aleurona y las de almidón.

Enzimos proteolíticos.—Algunos investigadores han hallado un enzimo del tipo de la proteinasa, el cual actúa sobre las proteínas genuinas teniendo un pH óptimo que fluctúa entre 4.3 y 4.6. Estos enzimos, como se sobreentiende, son los encargados de la demolición proteica, siendo ellos también los causantes del aumento de la actividad de las amilasas.

Otros enzimos.—De los otros enzimos existentes en la malta, la fitasa es de importancia práctica. Esta se encuentra en la cebada aunque en muy pequeñas cantidades, alcanzando una proporción diez veces mayor durante el crecimiento, siendo la principal propiedad de las fosfatasa la de ser las que se encargan principalmente de la re-

gulación del pH en la fermentación. Los principales enzimos de este grupo son la fitasa, la glicerofosfatasa y la nucleosidasa.

Catalasa.—Este enzimo tiene importancia, pues es el encargado de la destrucción del agua oxigenada, ya que ésta inhibe la acción de otros enzimos.

Maltasa.—Este enzimo es importante por la acción que tiene sobre la maltosa en productos más sencillos de fermentación.

Peroxidasa.—Este enzimo está distribuido en la malta, como un enzimo auxiliar en las oxidaciones biológicas.

La mayor parte de los enzimos se forman durante el primero, tercero o cuarto días de la germinación, siendo dicha formación muy sensible a la temperatura y encontrándose que la temperatura óptima para los enzimos es de 16°C. (6) (18) (20) (25)

Capitulo V
CONTROL QUIMICO DE LA MALTA

COMPOSICION QUIMICA DE LA MALTA

Como anteriormente se ha expuesto, durante el proceso de la germinación la cebada al ser transformada en malta sufre cambios en su composición química y, por consiguiente, se obtiene una diferencia aunque pequeña, en la composición química de ambas.

En este capítulo se hablará de las sustancias que integran la malta, desde un punto de vista químico más particular que cuando se trató de la composición química de la cebada, ya que de estas sustancias químicas depende la formación del mosto y, por lo tanto, a partir de éste del extracto de la cerveza.

Se puede dividir las sustancias químicas que se hallan en la malta de la siguiente forma:

- 1.—Materias orgánicas no nitrogenadas.
- 2.—Materias orgánicas nitrogenadas.
- 3.—Enzimos.
- 4.—Materias minerales.

Hidratos de carbono

ALMIDON.—El almidón se encuentra en la malta en una proporción menor que en la cebada, pues ya anteriormente se nombró la presencia en la malta de la diastasa conocida por el nombre de maltasa, la cual transforma una cierta cantidad de almidón en mal-

tosa durante los procesos de transformación que tienen lugar durante la germinación, siendo su disminución al terminar ésta en un 4 ó 5% de materia seca.

El almidón puede ser transformado más o menos en glucosa por los ácidos fuertes diluidos y a ebullición, siendo esta reacción únicamente efectuada en su totalidad en las soluciones diluidas pues sino nos queda una proporción más o menos considerable de destrinas. Las destrinas son sustancias amorfas solubles en agua e insolubles en el alcohol absoluto y en el éter, teniendo sus soluciones acuosas la propiedad de desviar hacia la derecha el plano de polarización de la luz; son polisacáridos que se forman a expensas del almidón, siendo los productos intermediarios de la transformación de dicho producto en glucosa ya sea por la acción del calor y los ácidos o por la acción de la diastasa ya mencionada.

Se supone que el proceso de degradación que sufre el almidón es el siguiente: primero se forma un almidón soluble; luego viene la formación de una amilodestrina la cual toma un color violeta al ser tratada por el iodo; después de la amilodestrina, viene la eritrodestrina, la cual da con el iodo una coloración moreno rojiza; después, tenemos la acrodestrina que al ser tratada con el iodo no da ninguna coloración. Se tiene la creencia de que los productos posteriores a la formación de la acrodestrina son la maltodestrina, siguiendo la maltosa y obteniéndose por último la glucosa.

SACAROSA.—La sacarosa es un dicárido cuya fórmula química es ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Tiene la propiedad de no reducir al licor de Fehling desviando hacia la derecha el plano de polarización. Es muy soluble en agua. Los ácidos diluidos y el calor la desdoblan en partes iguales de glucosa y levulosa, mezcla que constituye el azúcar invertido. Esta inversión puede ser realizada por medio del ácido clorhídrico a unos 60°C. La sacarosa no es directamente fermentable. Se encuentra en la malta en una cantidad aproximada de 4 a 6%.

MALTOSA.—La maltosa es un isómero de la sacarosa. Su fórmula química es igual ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Es más soluble en agua que la sacarosa. Reduce al licor de Fehling cosa que como vimos anteriormente no hace la sacarosa. A ebullición los ácidos fuertes, con especialidad el ácido clorhídrico diluido, la transforman completamente en glucosa, siendo esta misma reacción efectuada por una diastasa denominada maltasa que existe en la levadura y que asimis-

mo se encuentra en la malta cuando la temperatura de torrefacción no es muy elevada. Dicho desdoblamiento precede necesariamente a todas las fermentaciones.

GLUCOSA.—La glucosa o destrosa ($C_6H_{12}O_6$) se encuentra en la malta y es fermentada íntegramente por todas las levaduras alcohólicas. La glucosa tiene la propiedad de reducir el licor de Fehling y desviar hacia la derecha el plano de polarización de la luz. Este azúcar es rara vez encontrado en la cebada.

LEVULOSA.—La levulosa o fructuosa es un isómero de la glucosa ($C_6H_{12}O_6$). Este azúcar es muy soluble en agua, fermenta por lo general más lentamente que la glucosa y desvía hacia la izquierda el plano de polarización.

Grasas

El contenido en materias grasas en la malta es de 1 a 2%. Las grasas son desdobladas en glicerina y en los ácidos grasos correspondientes, por un enzimo llamado lipasa.

Materias orgánicas nitrogenadas

Llámanse proteína total al contenido total de las materias nitrogenadas existentes en la malta. Estas materias nitrogenadas, durante los procesos de germinación decrecen de la cebada a la malta en un 12 a 15%.

Se admite que aproximadamente todos los compuestos nitrogenados contienen la misma proporción de nitrógeno, así por ejemplo, para la determinación de la proteína total nos basta multiplicar la cantidad de nitrógeno obtenida en la titulación por el factor 6.25. Como es lógico suponer, esta simplificación en los cálculos no es del todo exacta, pues existen materias nitrogenadas cuyo contenido en nitrógeno varía entre 12 y 22%.

Las materias nitrogenadas que se encuentran en la malta pueden subdividirse en dos grupos: En el primero se encuentran las sustancias químicamente definidas, cristalizadas, las cuales forman con el agua verdaderas soluciones siendo las más importantes de estas sustancias los aminoácidos. En el segundo grupo se encuentran las sustancias coloidales, comprendiendo este grupo los albuminoides y las modificaciones de éstos, tales como las albúminas, las globulinas, las gluteínas, las albumosas y las peptonas.

El primer grupo se puede subdividir en los siguientes subgrupos: En el primero se encuentran los ácidos aminados, los cuales son cuerpos que tienen su formación en el curso de la germinación en muy pequeña cantidad debido a la degradación que sufren los albuminoides de la malta; estos ácidos aminados son utilizados por la levadura para su nutrición. En el segundo subgrupo se encuentran los derivados de la purina, comprendiendo estos derivados la xantina, la alantoina y el ácido úrico, aunque este grupo más bien se podría eliminar ya que estas sustancias parecen no tener influencia práctica en la elaboración de la cerveza. En el tercer subgrupo están las sales de amonio y aminos, existiendo estas sales en la malta y en el mosto en cierta cantidad y siendo lo más probable que dichas sales sean fosfatos.

En el segundo grupo, que comprende los albuminoides y sus modificaciones, se encuentra la albúmina, la cual durante el cocimiento del mosto se coagula teniendo la propiedad de producir la espuma de la crevza.

Estos albuminoides pueden ser transformados en compuestos más o menos simples por medio de enzimos que se encuentran ya sea en la malta o en la levadura de la cerveza. Así por ejemplo, obtenemos la primera degradación de los albuminoides por medio de la proteasa, enzimo que se encuentra en la malta, pudiendo poner también como ejemplo el desdoblamiento final de los albuminoides hasta llegar a aminoácidos por otro enzimo llamado peptidasa el cual tiene la propiedad de catalizar ese desdoblamiento.

Enzimos

Los enzimos que anteriormente se vieron se encontraban en la cebada, se hallan en la malta únicamente con pequeñas variaciones en sus propiedades y en sus cantidades; teniendo por ejemplo de esto la diastasa, la cual se ve que en la malta no es la misma que se encuentra en la cebada pues la diastasa contenida en la malta solubiliza el almidón, en cambio la que se encuentra en la cebada sacarifica la fécula disuelta sin ser capaz de disolverla.

La maltasa se encuentra asimismo en mayor cantidad en la malta que en la cebada siendo ésta, como es sabido, la que transforma la maltosa en destrosa.

Igualmente sucede esto con la sacarosa y la citasa.

En cambio se encuentra en igual proporción, tanto en la malta como en la cebada, uno de los enzimos proteolíticos el cual es la proteinasa. También se encuentra en igual proporción las dos dipeptidasas cuya existencia se ha comprobado en la malta verde.

Se encuentra en una proporción diez veces mayor en la malta que en la cebada, la fitasa.

Materias minerales

Las materias minerales constituyen las cenizas de la malta, encontrándose en una proporción de 2 a 3 de materia seca.

Aparte de los 4 grupos de sustancias anteriormente descritos, se encuentra en la malta una pequeña proporción de agua que varía según sea el grado de humedad del ambiente en el cual se encuentra la malta y la desecación a la cual haya sido sometida después del malteado. Esta proporción de agua varía de 3 a 8%.

(4) (7) (9) (13) (18) (23)

C U A D R O

	HIDALGO	GUANAJUATO	TLAXCALA	MEXICO
Peso de 1,000 granos húmedos	43.024 g.	35.701 g.	34.251 g.	32.548 g.
Pesos de 1,000 granos secos	40.622 g.	33.448 g.	32.107 g.	30.682 g.
En 100 granos	40	7	18	25
longitud de la plumula	27	10	25	7
respecto al grano	34	15	44	14
Endospermo: harinoso	2	57	9	36
medio	61	39	60	45
vitreo	22	27	37	30
	18	19	5	3
Humedad	6.35%	3.92%	5.88%	5.74%
Extracto húmedo	68.74%	72.51%	69.30%	69.68%
Extracto seco	73.38%	75.49%	73.63%	73.89%
Olor maceración	ligeramente aromático turbio	ligeramente aromático turbio	ligeramente aromático claro	ligeramente aromático turbio
Aspecto mosto	2.50	2.55	1.55	2.25
Color mosto (Lovibond 1/2)	entre 10 y 15 min.	entre 5 y 10 min.	entre 5 y 10 min.	entre 15 y 20 min.
Tiempo de conversión	2 horas	menos de 2 h.	2 horas	mayor de 2 horas
Rapidez de filtración	9.80%	8.68%	7.24%	8.37%
Proteína total: B.H.	10.40%	9.03%	7.81%	8.85%
B.S.	5.82%	6.05	6.14	6.09
pH del mosto	37.28°L	50.82°L	48.20° L	25.12° L
Poder Diastásico: B.H	39.51°L	51.63°L	50.04° L	25.93° L
B.S				
Peso específico mosto	1.03118 g.	1.03288 g.	1.03147 g.	1.83139 g.

CUADRO ANALITICO DE LAS MALTAS

LA	MEXICO	PUEBLA	QUERETARO	COAHUILA	DURANGO	NUEVO
		EXAMEN	FISICO			
g.	32.548 g.	38.905 g.	41.507 g.	35.085 g.	38.273 g.	26.55
g.	30.682 g.	35.955 g.	38.252 g.	33.961 g.	37.105 g.	25.68
	25	15	12	7	5	7
	7	33	5	13	9	21
	14	38	28	15	25	42
	36	10	40	48	34	12
	45	63	75	68	87	72
	30	20	36	24	20	30
	3	12	10	7	4	6
		EXAMEN	QUIMICO			
	5.74%	7.56%	5.69%	7.24%	4.82%	4.45
	69.68%	67.88%	65.49%	67.74%	72.25%	70.55
	73.89%	71.69%	69.53%	71.79%	75.86%	73.58
ente	ligeramente	ligeramente	ligeramente	ligeramente	ligeramente	ligeramente
co	aromático	aromático	aromático	aromático	aromático	aromático
	turbio	turbio	turbio	muy turbio	turbio	muy turbio
	2.25	2.00	2.50	2.75	2.25	2.
0 min.	entre 15 y 20 min.	entre 5 y 10 min.	entre 10 y 15 min.	entre 15 y 20 min.	entre 5 y 10 min.	entre 15 y
as	mayor de 2 horas	1 hora 45 min.	menos de 2 horas	muy lenta	2 horas	mayor de
%	8.37%	7.60%	12.20%	9.23%	11.93%	8.10
%	8.85%	8.20%	12.58%	9.61%	12.43%	8.45
%	6.09%	5.72%	6.16	5.94	5.82	6.20
L	25.12° L	54.28° L	33.52° L	24.19° L	67.78° L	32.55
L	25.93° L	54.87° L	34.75° L	25.19° L	70.61° L	34.75
47 g.	1.33139 g.	1.03045 g.	1.29801 g.	1.03081 g.	1.03277 g.	1.0

COAHUILA	DURANGO	NUEVO LEON	BAJA CALIFORNIA	EXTRANJERA
35.085 g.	38.273 g.	26.558 g.	38.197 g.	35.294 g.
33.961 g.	37.105 g.	25.684 g.	36.942 g.	33.517 g.
7	5	31	45	8
13	9	21	29	6
15	25	42	38	18
48	34	12	6	35
68	87	72	80	79
24	20	30	21	15
7	4	6	8	3
7.24%	4.82%	4.49%	3.06%	4.51%
67.74%	72.25%	70.35%	69.52%	71.00%
71.79%	75.86%	73.58%	72.07%	74.39%
ligeramente aromático	ligeramente aromático	ligeramente aromático	aromático	aromático
muy turbio	turbio	muy turbio	claro	brillante
2.75	2.25	2.55	1.55	1.25
15 y 20 min.	entre 5 y 10 min.	entre 15 y 20 min.	entre 5 y 10 min	menos de 5 min.
muy lenta	2 horas	mayor de 2 horas	1 hora 40 min.	50 min.
9.23%	11.93%	8.10%	12.04%	11.72%
9.61%	12.43%	8.45%	12.38%	12.08%
5.94	5.82	6.20	5.98	5.72
24.19° L	67.78° L	32.52° L	35.24° L	90.79° L
25.19° L	70.61° L	34.75° L	37.39° L	97.13° L
1.03081 g.	1.03277 g.	1.03196 g.	1.03127 g.	1.03225 g.

Capítulo VI
CONCLUSIONES

Como conclusión de este trabajo se puede decir lo siguiente: la industria maltera de México adolece de dos grandes defectos; en primer lugar la siembra, cosecha y recolección de la cebada no es efectuada por medio de un cultivo científico como debería ser. Segundo, todo el proceso del malteo tampoco es efectuado como debería ser; hay una posible explicación lógica a este efecto, y es la de que como las malterías no se dan a gusto, éstas trabajan a demasiada velocidad para dar satisfacción a la demanda y por consiguiente no se lleva un control exacto de todo el proceso.

Como resolución al problema que anuncié en la introducción de esta tesis, a mi juicio recomiendo como solución al primer defecto, importar semilla del grano de cebada y aclimatarla al suelo mexicano, y así lograr una renovación de las semillas usadas en el País. La siembra debe efectuarse de una manera científica o sea llevando a cabo esa siembra en terrenos propicios; esos mismos terrenos deben ser preparados adecuadamente y tratados con los abonos apropiados. La recolección y almacenaje también deben ser perfectamente controlados.

Como solución al segundo defecto, o sea el de las malterías, recomiendo la instalación de una nueva fábrica de malta, para que de esta manera todas las malterías trabajen a un ritmo normal y así se pueda llevar un control de todo el proceso.

Por estas conclusiones creo, a mi juicio, que se evitará la importación total de las maltas extranjeras, se logrará una mejora palpable de las maltas mexicanas y así la economía del País en este punto recibirá una gran ayuda.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- (1).—Carbajal de Echavarrí G. Luis. "Monografía Económico Industrial sobre la Industria de la Malta en la República Mexicana". Secretaría de la Economía Nacional. 1934.
- (2).—"Diccionario Enciclopédico Espasa Calpe". Editora Espasa Calpe. Madrid.
- (3).—Estadística de la Secretaría de la Economía Nacional.
- (4).—Hermann, E. "Malt-enzyme Extraction in Beer Making". U. S. Patent 2,163,200. Junio 20, 1939.
- (5).—Installations de Malterie. Miag.
- (6).—Jorgensen, Alfred. "Micro-organisms and Fermentation". Charles Griffin and Co. Limited. London. 1939. 19.
- (7).—Karrer, Pablo. "Tratado de Química Orgánica". Manuel Marín. Barcelona. 1941. 408.
- (8).—King, H. J. H. "Malt House". U. S. Patent 2,150,769. Marzo 14, 1939.
- (9).—"La Industria Cervecera". Revista mensual ilustrada. Buenos Aires, Argentina. Año XVI. No. 191-92.
- (10).—"La Industria Cervecera". Revista mensual ilustrada. Buenos Aires, Argentina. Año XVII. No. 198.
- (11).—Lindsey, R. L. "Process of Manufacturing Malt". U. S. Patent 2,137,141. Noviembre 15, 1938.
- (12).—Malting Equipment. Callard-Henning Manufacturing Co.
- (13).—"Methods of Analysis". American Society of Brewing Chemists. 1944. 1 a 8.
- (14).—"Official and Tentative Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists". Quinta Edición. Washington D. C. 1940.
- (15).—Prescott C. Samuel and Dunn G. Cecil. "Industrial Microbiology". McGraw-Hill Book Co. Inc. New York. 1940. 89 a 94.
- (16).—Simón L., Celia. "Contribución al Estudio de la Malta de Cebada". Tesis. U.N.A.M. E.N.C.Q. 1939.
- (17).—Suberbie M., Felipe. — "Proyecto de instalación de una fábrica de malta." Tesis. U.N.A.M. E.N.C.Q. 1946.
- (18).—Tauber, Henry. "Enzyme Chemistry". John Wiley & Sons Inc. New York. 1937. 138 a 146, 178.
- (19).—"The Practical Brewer". Master Brewers Association of America. 1946. 8 a 29.
- (20).—Waldschmidt L., Ernst & Walton P. Robert. "Enzyme Actions and Properties". John Wiley & Sons Inc. New York. 1929. 3, 6, 71, 205.

- (21).—"Wallerstein Laboratories Communications". Volumen VII. No. 22.
1944. 179.
- (22).—"Wallerstein Laboratories Communications". Volumen VIII. No. 23.
1945. 5.
- (23).—"Wallerstein Laboratories Communications". Volumen IX. No. 26.
1946. 43.
- (24).—"Wallerstein Laboratories Communications". Volumen XI. No. 32.
1948. 17.
- (25).—Winton L. Andrew and Barber W. Kate. "The Structure and Composition of Foods". John Wiley & Sons Inc. New York. 1932. 269
a 275, 276 a 282, 286 a 292.

—:0:—