

NOCIONES
DE
TÉCNICA AGRÍCOLA É INDUSTRIAL

POR
DON FRANCISCO HERRER Y MUÑOZ
INGENIERO AGRÓNOMO

Y
CATEDRÁTICO NUMERARIO, POR OPOSICIÓN, DE AGRICULTURA
Y TÉCNICA AGRÍCOLA É INDUSTRIAL

EN EL
INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE VIZCAYA

— — — — —
TERCERA EDICIÓN
corregida y reformada



VALLADOLID
Imp. y Lib. de Andrés Martín
1911.

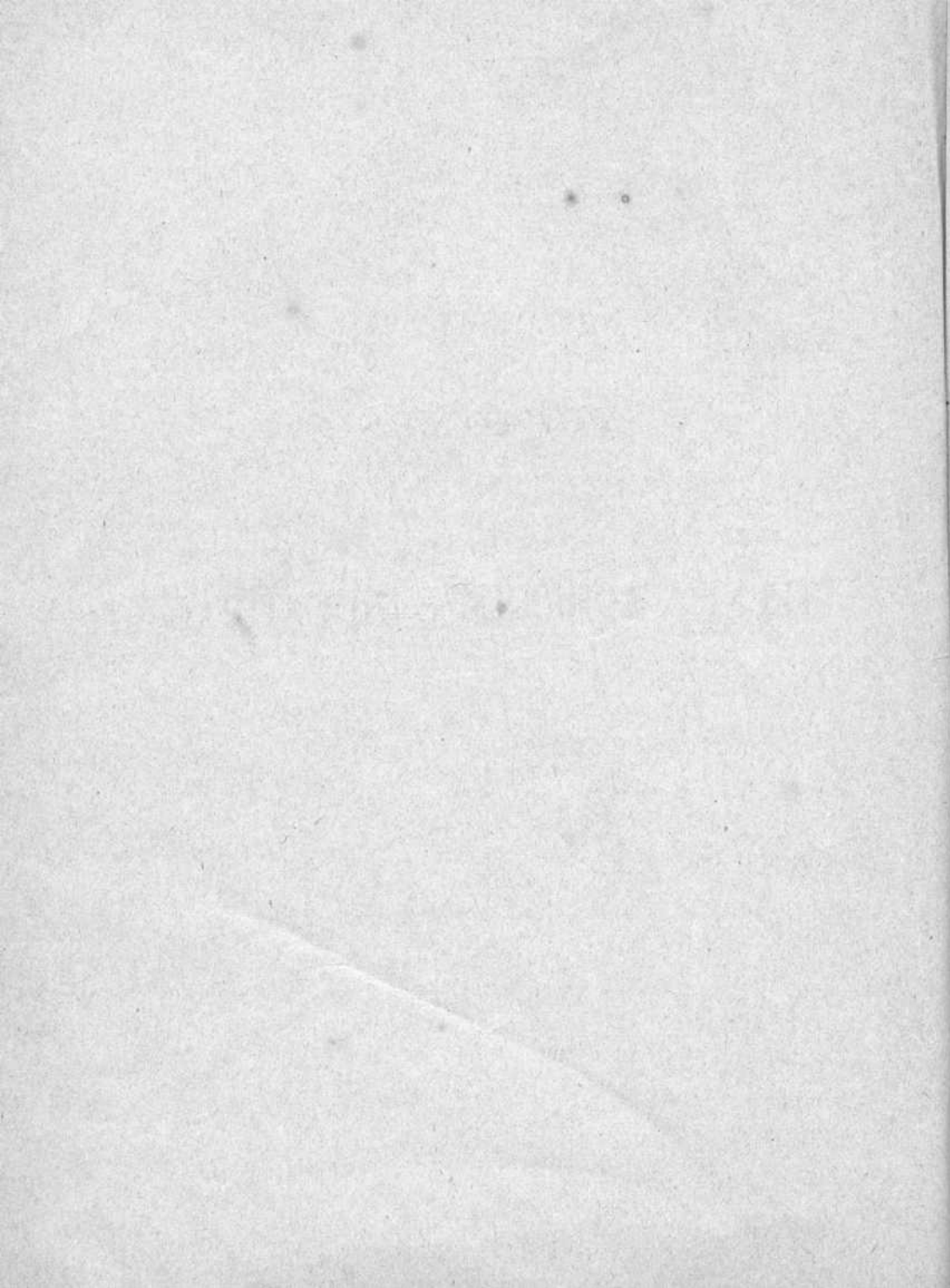


NOCIONES

DE

TÉCNICA AGRÍCOLA É INDUSTRIAL

C. 1161148
L. 124976



NOCIONES
DE
TÉCNICA AGRÍCOLA É INDUSTRIAL

POR
DON FRANCISCO HERRER Y MUÑOZ

INGENIERO AGRÓNOMO

Y

CATEDRÁTICO NUMERARIO, POR OPOSICIÓN, DE AGRICULTURA

Y TÉCNICA AGRÍCOLA É INDUSTRIAL

EN EL

INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE VIZCAYA

— — — — —
TERCERA EDICIÓN
corregida y reformada.



VALLADOLID
Imp. y Lib. de Andrés Martín
1911.



R. 96909

LA TÉCNICA ANIMAL

CAPÍTULO I

NOCIONES PRELIMINARES

La Zootecnia.—Según se desprende de su propia etimología, es la Técnica industrial de los animales *domésticos agrícolas*, ó la Tecnología del *ganado*. La explotación racional y económica del ganado constituye la *industria pecuaria*.

Objeto de la Zootecnia.—Los animales domésticos, ya se utilicen como máquinas productoras de fuerza, ya como instrumentos transformadores de las materias vegetales, son organismos vivos cuyo funcionalismo constituye su propia vida. La conservación de la vitalidad de tales seres, en el grado necesario á la realización de su fin industrial, el estudio de las variadas manifestaciones de su actividad funcional, que les permiten desempeñar el papel de agentes productores, y, por fin, los procedimientos por los que se obtienen nuevos individuos, con la mejora realizada en los padres, constituyen el objeto de la Zootecnia.

El fin de la Zootecnia.—Es éste el de resolver un problema de economía general, que consiste en obtener de las distintas especulaciones pecuarias, y en cada una de las variadas situaciones económicas, el mayor beneficio posible.

Definición de la Zootecnia.—Definiese la Zootecnia diciendo; que es la ciencia que conoce y aplica los principios que rigen la conservación, la utilización, la mejora y la reproducción de los animales domésticos agrícolas, para conseguir de ellos los mayores servicios ó productos.

Importancia de la Zootecnia.—La producción industrial de los animales domésticos es por extremo importante, porque éstos son auxiliares necesarios de la explotación de la tierra é instrumentos transformadores de los forrajes, granos, etc., en productos más valiosos, y ofrecen al hombre la carne, la grasa y la leche, necesarias al sostenimiento de la población en los países cultos.

Los animales suministran, además, las pieles, la lana, los huesos y otras materias que, transformadas por la industria en diferentes manufacturas, satisfacen necesidades más ó menos importantes de la vida humana.

La importancia de la industria pecuaria es todavía mayor en estas provincias del Norte, en las que la producción forrajera viene impuesta por las condiciones del clima y del suelo, porque sin los animales ésta carecería de valor.

El individuo animal.—El primer término de la clasificación zootécnica, siguiendo el método sintético, es el *individuo*, Este, cuyo determinismo en las especies superiores no admite duda, es todo sér, ó toda unidad orgánica, indivisible é irreductible bajo el punto de vista biológico, que funciona conforme á su estructura y con independencia de los demás de su raza, de los que se diferencia por caracteres que le son propios.

La individualidad.—Como el individuo animal representa el punto de partida en toda especulación zootécnica, la aptitud productora individual, denominada *individualidad*, debe tenerse muy en cuenta en la utilización de los *servicios*, así como en los casos de *mejora* y en la *selección* de los reproductores.

Entre los individuos de una misma raza, variedad ó familia, de igual edad y peso vivo, sometidos á idéntica alimentación y en análogas condiciones de medio, se observan diferencias más ó menos notables, por lo que respecta á su poder digestivo y productivo, independientes de los caracteres específicos, que son exclusivamente del orden individual.

Tales diferencias, cuando llegan al grado necesario para que puedan utilizarse por la industria pecuaria, caracterizan la *individualidad*.

Esta no es otra cosa que la *resultante* de la *intensidad* de la *actividad funcional individual*, que decide del *valor industrial* de los animales.

La familia.—En la Zootecnia se considera constituida la

familia por la reunión de individuos procedentes de un mismo tronco ó que son parientes más ó menos próximos.

La determinación de la familia zootécnica y del grado de parentesco que existe entre los distintos miembros de la misma, mediante los árboles genealógicos, no deja de tener importancia en la creación de *variedades mejoradas*, cuando, al efecto se aplica la *consanguinidad* como método de reproducción.

La especie.—Si los individuos que constituyen la especie procediesen de una unión primitiva, toda especie no sería otra cosa que *la más extensa de las familias animales*.

La especie animal es la colección de individuos que se reproducen indefinidamente conservando su tipo.

Toda vez que, si los individuos presentan caracteres esencialmente diferentes, se incluyen, sin género de duda, en especies distintas, el concepto de *forma* integra el concepto de *especie*. Los caracteres morfológicos deben, por consecuencia, constituir el determinismo de la especie.

La especie es la *forma general* que ha presidido la organización de los individuos de las razas afines, y que se perpetúa indefinidamente por la generación, al menos en el estado actual de las condiciones del medio.

La raza y la variedad.—Dentro de la especie se comprenden otros dos grupos, confundidos hasta hace poco por los zootecnistas, *la raza y la variedad*.

La *raza* es la agrupación de individuos que, perteneciendo á la misma especie, poseen caracteres esenciales, pero secundarios, que se transmiten y perpetúan, cualesquiera que sean las condiciones del medio en que se reproduzcan.

La *raza* es una *categoría*, ó una *forma secundaria, pero invariable*, del tipo específico.

La *variedad* es la colección de individuos que se parecen por caracteres accidentales, que sólo se conservan en presencia de las mismas condiciones extrínsecas que determinaron la variación que los aproxima.

LA ZOOTECNIA GENERAL

CAPÍTULO II

LA ALIMENTACIÓN DE LOS ANIMALES

División de la Zootecnia.—Dividese la Zootecnia en *general* y *especial*, según que sus principios científicos sean aplicables á la conservación, mejora y reproducción de los animales domésticos todos ó de cada una de las especies.

La primera de las cuestiones científicas que forman parte del objeto de la Zootecnia general es, sin duda, la que se refiere á la alimentación de los animales.

Los alimentos.—Las sustancias destinadas á entretener el funcionalismo orgánico de los animales, y á servir de *primeras materias* en las diversas producciones pecuarias, son los alimentos.

Alimento es toda materia que contiene uno ó más *principios nutritivos*, ó que pueden intervenir en la formación y en el sostenimiento del organismo animal.

Composición de los alimentos.—Las sustancias suministradas á los animales como alimento se componen de *proteína*, *grasa*, *celulosa*, *principios extractivos no azoados* y *materias minerales*.

Proteína.—Con este nombre se comprende la serie de principios nitrogenados contenidos en las raciones; tales como la albúmina vegetal, el gluten, la legumina, la conglutina, etc.

Estos compuestos orgánicos tienen extraordinaria importancia biológica, porque intervienen en la formación de la fibrina y de los glóbulos de la sangre, de la materia protoplásmica de las células, de la sustancia muscular y nerviosa y de los tejidos y órganos, en general. Son, además, el origen de la fuerza animal y, por fin, se consideran como productores de grasa.

La grasa.—Llámase así al conjunto de cuerpos grasos de las raciones, que son solubles en el éter.

Las grasas vegetales, siendo de composición análoga a las animales, pueden fijarse, desde luego, en el organismo, ó después de sufrir ligeras modificaciones, ó se queman, en la respiración, produciendo el calor fisiológico.

La celulosa.—Bajo esta denominación se incluyen la celulosa, pura ó modificada, y las materias incrustantes que la acompañan, y que corresponden á la parte de los forrajes inatacable por los ácidos y los álcalis. De ésta sólo es digerida la porción correspondiente á la celulosa pura, que no desempeña otro papel fisiológico que el de satisfacer las necesidades respiratorias, una vez transformada en glucosa.

Principios extractivos no azoados.—Corresponden á los hidratos de carbono, excepción hecha de la celulosa, contenidos en los alimentos, determinados por diferencia, una vez calculada la proteína la grasa y demás principios inmediatos.

Todos estos cuerpos, transformados en glucosa, se queman, con producción de calor. Los azúcares se consideran por algunos biólogos como esencialmente *dinamógenos*, una vez transformados en *glucogeno*.

Materias minerales.—Son las que quedan como residuo de la combustión de los alimentos y que contienen los elementos indispensables á la constitución del organismo animal.

Estas sustancias son tan necesarias para la formación y el funcionamiento de los órganos de los animales, que éstos mueren por inanición cuando se abstraen á las raciones alimenticias.

Proteína total y asimilable.—La totalidad de la materia protéica de las raciones no siempre es digerida y utilizada por los animales, que expulsan una parte de la misma en los excrementos. Conviene, pues, conocer, no sólo la cantidad de *proteína total*, sino la de *proteína digestible*, ó *asimilable*, de las diferentes sustancias alimenticias, ó su *coeficiente de digestibilidad*.

Esto mismo sucede con el almidón, la celulosa y la grasa, y en el cálculo de las raciones deberá tenerse en cuenta únicamente la cantidad *digestible* de cada uno de estos cuerpos, puesto que su *efecto útil* depende exclusivamente de ella.

En las *tablas de análisis* de las obras de Zootecnia ó de Alimentación aparece ya, no sólo la cantidad *total*, sino la *digestible* de cada uno de los *principios inmediatos* de las diferentes sustancias alimenticias.

Relación nutritiva.—Para la mejor utilización de los principios orgánicos de las raciones, debe existir, además, en ellos una relación más ó menos estrecha entre las sustancias protéicas y las no nitrogenadas. Esta que se llama *relación nutritiva* de la ración, puede ser como 1:2, 1:3, 1:4, etc. Es decir, que por unidad en peso de materia protéica, puede haber en ella 2, 3, 4, etc., de sustancias hidrocarbonadas y grasas.

Ración de entretenimiento y de producción.—Es, la primera, la suma de alimentos que los animales deben recibir para reparar las pérdidas ocasionadas por el proceso fisiológico, y la segunda, la que es necesario añadir á ésta para obtener de ellos la fuerza que origina el trabajo mecánico, la carne, la leche, etc.

En los antiguos métodos de *rationamiento*, la *ración normal* de entretenimiento, determinada experimentalmente, consistía en 1,600 kilogramos de heno por 100 kilogramos de *peso vivo*, y en otro tanto la de producción.

Actualmente se calculan teniendo en cuenta la cantidad de proteína, hidratos y grasa necesarios para *entretener* el funcionamiento orgánico, ó para *producir* una suma determinada de trabajo, carne, etc.

De numerosos experimentos resulta, que la ración de entretenimiento debe contener de 60 á 70 gramos de proteína digestible, por 100 kilogramos de *peso vivo*, con una *relación nutritiva* que varía entre 1:12 y 1:13, y la de producción de 120 á 160 gramos de proteína digestible, con una relación nutritiva comprendida entre 1:6 y 1:8.

Raciones equivalentes.—Se llaman así aquellas que pueden reemplazar á la ordinaria, produciendo los mismos efectos fisiológicos. Tales raciones, que antes se calculaban mediante los *equivalentes nutritivos*, se preparan hoy procurando que contengan la misma cantidad de proteína digestible y sea idéntica la *relación nutritiva*.

Preparaciones de los alimentos.—Para facilitar la masticación y la digestión de las substancias alimenticias, se aconseja que se reduzcan á pequeños fragmentos los forrajes y el heno, que se trituren ó muelan los granos y que se sometan á la cocción los tubérculos y las raíces.

LAS BEBIDAS

Los líquidos que pueden intervenir en la formación y en el funcionamiento del organismo animal, y que están llamados, además, á reparar las pérdidas de agua que de continuo experimenta, son las bebidas.

Aunque en circunstancias especiales se da á los animales el *agua en blanco*, la infusión de heno, los líquidos que quedan como residuos de la fabricación de los quesos, etc., la única bebida de que tienen necesidad es el agua.

Agua potable.—Para que el agua pueda servir para bebida de los animales, deberá ser clara, incolora, inodora, de sabor grato, suficientemente aireada, ni fría ni caliente y que no contenga substancias orgánicas ni minerales nocivas.

Corrección del agua.—Cuando el agua no reúne alguna de las condiciones indicadas, es necesario corregirla. Al efecto, se la hace correr sobre un piso acidulado, ó se la eleva por medio de bombas para dejarla caer en forma de lluvia, si fuese poco aireada; se somete á la filtración si contiene materias orgánicas y minerales que la enturbian; se trata por el bicarbonato sódico si en ella existen sulfatos de cal y magnesia y se mantiene durante algunas horas en lugares frescos ó templados cuando es caliente ó fría.

Agua de lluvia.—Las aguas de lluvia, cuando se recogen sobre azoteas ó tejados limpios y se conservan en cisternas construidas con sujeción á las reglas de la higiene, se consideran como potables.

Agua de fuente.—El agua de fuente, por lo general, clara, incolora é inodora, fresca en verano y templada en invierno, puede competir, á veces con ventaja, con la de lluvia. En ocasiones, es demasiado caliente ó por extremo fría y contiene gran cantidad de sales en disolución.

Agua de lago.—El agua de los grandes lagos, límpida y suficientemente aireada, desprovista de materias orgánicas, es, como bebida, inmejorable. El agua de lagunas ó charcas que permanece largo tiempo estancada, no debe darse á los animales sin filtrarla.

Agua de río.—El agua de los ríos, siempre que á ellos no vayan á parar las inmundicias de las alcantarillas, se considera como potable, al menos para los animales. En los días de avenidas, en que el agua de los mismos se enturbia, no debe darse al ganado sin que antes se aclare.

Agua de pozo.—Esta, casi siempre fría, poco aireada y con gran cantidad de sulfatos en disolución, es poco ó nada á propósito para bebida de los animales, y es necesario corregirla cuando no se dispone de otra.

CONDIMENTOS

Con este nombre se comprenden todas las sustancias, orgánicas ó minerales, capaces de estimular el sistema nervioso del aparato digestivo y acrecentar su actividad.

La sal común.—El cloruro de sodio es el condimento que tiene más importancia en la industria pecuaria.

Efectos de la sal.—Ingerida la sal en la boca, primero, y en el estómago, después, estimula la secreción de la saliva y del jugo gástrico y activa la digestión.

El cloruro de sodio favorece, además, la difusión, y, por consiguiente, la absorción de las sustancias solubilizadas en el curso del proceso digestivo, acelera la circulación y acrecienta la calorificación y la nutrición y, en general, el funcionalismo orgánico de los tejidos todos de la economía animal. No es extraño, por tanto, que los animales de trabajo sean más fuertes y vigorosos, que engorden más rápidamente los de cebo y las vacas segreguen mayor cantidad de leche, en igualdad de circunstancias, cuando reciben, como condimento, la sal común.

La cantidad de cloruro de sodio que, por día, debe darse á los animales, no excedera de 30 gramos para los de gran talla, ni de 10 para los de pequeña alzada.

CAPÍTULO III

HIGIENE DE LAS HABITACIONES DE LOS ANIMALES

Habitaciones de los animales.—Son lugares cerrados y cubiertos en que éstos se alojan.

Estos locales se denominan: *cuadras* ó caballerizas, cuando se destinan al ganado caballar; *establos*, cuando en ellos se alojan los individuos correspondientes á las distintas razas bobinas; *cochiqueras* ó *porquerizas*, si en los mismos ha de vivir el ganado de cerda; *apriscos*, cuando tienen por fin poner á cubierto de la intemperie al ganado lanar ó cabrio.

Condiciones higiénicas.—La primera de las condiciones higiénicas de las habitaciones de los animales, es la de que su atmósfera sea en todo tiempo respirable.

El aire de las habitaciones, de ordinario reducidas, se vicia de continuo por el consumo de oxígeno y la emisión de ácido carbónico, correlativos de la respiración, por los productos resultantes de la descomposición de las deyecciones y por los principios deletéreos segregados por los numerosos microbios que viven sobre la piel de los animales.

Ventilación —De lo expuesto se desprende la necesidad de renovar, de tiempo en tiempo, el aire de los referidos locales. Esto se consigue mediante la *ventilación*.

Aunque de los trabajos realizados por notables agrónomos alemanes, resulta que á través de los materiales de construcción de los muros ó paredes de las habitaciones se establece un cambio de gases que renueva la atmósfera de las mismas, creemos indispensable acudir á la *ventilación artificial* para procurar á los animales el aire más puro posible.

Entre los numerosos procedimientos de ventilación de las habitaciones del ganado, el más recomendable es el de la apertura de ventanas de forma apaisada.

Al efecto, deberán tenerse en cuenta las reglas siguientes: 1.^a Las ventanas destinadas á renovar el aire en las cuadras, establos, etc., se dispondrán en los muros que miren al E. y al O., y en correspondencia, ó una enfrente de otra; 2.^a el número y dimensiones de las mismas serán los necesarios para conseguir la renovación completa de la atmósfera interior en el tiempo más corto posible; 3.^a los huecos en cuestión se abrirán á suficiente altura sobre la cabeza de los animales para que éstos no queden expuestos á las corrientes de aire; 4.^a estarán provistos de bastidores de cristales que se cierran de dentro á fuera y de abajo arriba; 5.^a estas vidrieras se substituirán por lienzos ó telas metálicas que permitan el paso del aire y se opongán á la penetración de los insectos, durante el verano.

Espacio de que deben disponer los animales.—Cada animal deberá contar, en su respectiva habitación, con el espacio necesario para que pueda permanecer echado en ella durante las horas de descanso.

Al efecto, se concederá á cada cabeza de gran talla el comprendido entre 1 1/2 á 2^m de anchura por 3 1/2 de longitud, y el de 1 por 1 1/2^m, respectivamente, para los de pequeña alzada.

Limpieza.—El piso de las habitaciones será impermeable, y suficientemente inclinado para que las deyecciones líquidas no se detengan en él, y sobre su superficie se extenderá una capa de paja, hojas secas, etc., que sirva de lecho á los animales.

La higiene aconseja la limpieza esmerada de estos locales, y, por tanto, los estiércoles se extraerán de ellos con todo la frecuencia que sea compatible con la economía.

Temperatura.—La temperatura de las cuadras, establos y porquerizas no debe ser inferior á 12 grados centesimales, ni superior á 25, y la luz suficientemente intensa en las primeras y escasa ó por extremo difusa en las demás habitaciones.

Desinfección.—Cuando, por cualquier causa, existieran gérmenes patógenos en las habitaciones del ganado, deberá procederse á su desinfección, por medio del anhídrido sulfuroso, del cloro, del agua fenicada, de soluciones al 2 ó 3 por 1.000 de bicloruro de mercurio, de hipoclorito de calcio, etc.

HIGIENE DE LA PIEL

La piel, que tantas y tan importantes funciones desempeña, debe ser objeto de los cuidados necesarios para conservarla en condiciones de realizar cumplidamente su misión. A este fin tiende la limpieza de la misma.

Esta se lleva á cabo pasando repetidas veces por la superficie de la piel los útiles conocidos de todo el mundo con los nombres de *almohaza* y *brusa*.

Efectos de la limpieza.—No se limitan éstos á restituir á la piel el ejercicio normal de sus funciones, desembarazándola de las materias extrañas que obstruían sus poros. Las repetidas fricciones, consiguientes á la misma, aceleran la circulación y la calorificación, activan la nutrición y, en definitiva, acrecientan el funcionalismo de los órganos todos de la economía animal. Por eso, se observa que los animales de trabajo desarrollan mayor suma de fuerza viva y soportan mejor la fatiga, que los de cebo engordan más, en la unidad de tiempo y en igualdad de circunstancias, y que las vacas producen mayor cantidad de leche, cuando se les somete á una limpieza diaria y esmerada.

CAPÍTULO IV

EXTERIOR DE LOS ANIMALES

La Ciencia del Exterior.—Es la parte de la Zootecnia que, teniendo por base la Morfología y la Anatomía zoológica, estudia las regiones externas del cuerpo de los animales.

Importancia.—La determinación de las actividades orgánicas, naturales ó adquiridas, de que dependen las diversas funciones económicas de los animales, sería imposible sin el conocimiento de la ciencia del Exterior.

La aplicación de los procedimientos de *mejora*, y la *selección*, zoológica y zootécnica, de los *reproductores*, imponen, asimismo, el estudio de esta parte de la Zootecnia.

División del cuerpo.—El cuerpo del animal se ha dividido en tres partes; cabeza; tronco y extremidades

La cabeza.—La cabeza, región anterior y superior del cuerpo, tiene por base los huesos del cráneo y de la cara y los tejidos que los recubren.

Aunque la forma y las dimensiones de la cabeza varían con las distintas razas, convendrá que sea corta y fina, ó pequeña, en el caballo de silla y de carrera, y gruesa y pesada en el de tiro.

En los animales de *renta* la cabeza pequeña supone una reducción más ó menos grande del sistema óseo.

EL TRONCO

El cuello.—Es la primera región del tronco, formada por las vértebras cervicales, los músculos que en ellas se insertan y

el ligamento cervical, y se halla comprendido entre la cabeza y la cruz.

Las leyes de la estética y de la dinámica exigen que el cuello sea relativamente largo, ancho y grueso en la base, y que, saliendo oblicuamente del pecho, vaya arqueándose poco á poco desde la cruz á la nuca, por su borde superior, en el caballo de silla y en el de carrera. En los animales de tiro y en los de cebo deberá ser corto y musculoso.

El pecho.—Con este nombre debe comprenderse la región que circunscribe la *cavidad torácica*. El *torax* está limitado superiormente por las vértebras dorsales, inferiormente por el esternón, lateralmente por las costillas y posteriormente por el diafragma.

En los animales domésticos, y sobre todo en el caballo, la cavidad torácica será suficientemente amplia, dado que en ella se alojan órganos tan importantes como el corazón y los pulmones.

Los caballos de pecho estrecho y poco profundo respiran con dificultad, fatigándose mucho en las marchas rápidas, ó cuando tienen que hacer grandes esfuerzos, y están expuestos á padecer la *tisis pulmonar*.

La cruz.—Es la región comprendida entre el cuello y el dorso, y tiene por base las primeras vértebras dorsales, con sus apófisis espinosas, y los músculos que en ellas se insertan.

La cruz debe ser ancha en su base y suficientemente alta.

El dorso.—Se halla limitado anteriormente por la cruz y posteriormente por los lomos, y tiene por base las doce últimas vértebras dorsales.

El dorso estará bien conformado si es ancho, de longitud media y ligeramente cóncavo.

Lomos ó riñones.—Corresponden á la *región lumbar*, comprendida entre el dorso y la grupa, y cuya base está constituida por las vértebras lumbares y los músculos que las recubren.

Los riñones deben ser cortos, anchos y rectos.

La grupa.—Está formada por el *sacro*, el *coxis* y los músculos que se insertan en ellos, debe ser ancha, horizontal y musculosa.

Las costillas.—La *región costal* tiene por base las costillas no recubiertas por la espalda y los músculos intercostales. Las costillas deben ser largas, bien arqueadas y dirigidas hacia atrás.

El vientre.—Es la región constituida por los músculos que circunscriben la *cavidad abdominal*.

Se considera bien conformado si sigue el contorno del torax y no es demasiado voluminoso ni muy largo y estrecho.

Los ijares.—Corresponden á la parte superior y posterior de la pared abdominal, á uno y otro lado, y se hallan limitados por las apófisis transversas de las vértebras lumbares, por la última costilla y por el anca. Deben ser cortos y seguir el contorno del vientre, sin hundimiento sensible, y sus movimientos responderán á los actos de inspiración y expiración.

LAS EXTREMIDADES

Las extremidades no sólo desempeñan el papel de columnas de sostén, en la máquina animal, sino que constituyen el aparato locomotor, encargado de transformar en trabajo mecánico útil la fuerza desarrollada en el organismo. Por consecuencia, el estudio de sus diferentes regiones es de la más alta importancia, tratándose de los motores animados.

Las extremidades son de dos clases; *anteriores ó torácicas* y *posteriores ó abdominales*.

EXTREMIDADES TORÁCICAS

La espalda.—Es la primera región de las extremidades anteriores, cuya base es el homoplato, con los músculos que lo recubren.

La espalda deberá ser larga, suficientemente inclinada y estar provista de músculos vigorosos.

El brazo.—Está constituido por el húmero y los músculos que se insertan en él, y forma un ángulo más ó menos abierto con la espalda. Conviene que sea de longitud é inclinación medias y que esté dotado de fuertes músculos.

El antebrazo.—Tiene por base el *cúbito* y el *radio* y los músculos que los recubren, y deberá ser largo, fuertemente musculoso y seguir la dirección de la vertical.

La rodilla.—Impropia mente se llama rodilla la región de las extremidades torácicas correspondiente á la articulación *metacarpiana*, y representa la muñeca del hombre.

Para que esté bien conformada, la rodilla será ancha, plana en su parte anterior y seca ó descarnada.

La caña.—Dáse este nombre á la región que tiene por base, en las extremidades anteriores, los tres huesos metacarpianos reunidos, y, en las posteriores, los metatarsianos y los tendones y ligamentos que se insertan en ellos. Deberá ser corta, gruesa en sus extremos y seguirá la dirección de la vertical.

El menudillo.—Es la región que corresponde á la articulación *metacarpo-falangiana*, en las extremidades torácicas, y á la *metatarso-falangiana*, en las abdominales, y se supone bien conformado si es grueso, redondo y enjuto.

La cuartilla.—Es la región de las extremidades, anteriores y posteriores, que tiene por base la primera falange, y cuya dirección es oblicua. Debe ser de longitud é inclinación medias.

El casco.—Es la región ungular, encargada de proteger la última falange del único dedo de los *solípedos*, y sirve de punto de apoyo á la extremidad.

El casco deberá ser suficientemente ancho en su base, resistente y elástico.

EXTREMIDADES ABDOMINALES

Anca.—Es la primera región de las extremidades posteriores que tiene por base la cara externa del *leon* y los músculos que lo recubren, y está comprendida entre la grupa y el muslo. Debe ser ancha y musculosa.

Muslo.—Tiene por base el hueso *fémur* y los músculos que lo rodean, y sigue la misma dirección de la espalda, debiendo reunir las mismas condiciones que ésta.

La pierna.—Es la región constituida por los huesos *tibia* y *peroné* y los músculos que los recubren, y debe ser suficientemente larga, inclinada y musculosa.

El corvejón.—Con este nombre se designa la región co-

respondiente á la articulación *tibio-tarsiana*. Debe ser ancho, puntiagudo en su parte posterior y seco ó enjuto.

Las restantes regiones de las extremidades abdominales son idénticas á las ya descritas con los nombres de *caña*, *menudillo*, *cuartilla* y *casco*.

Los aplomos.—Son las *condiciones de dirección* de las palancas óseas del aparato locomotor de los animales, que permiten á las extremidades realizar cumplidamente sus funciones.

Importancia.—El conocimiento de los aplomos es de la mayor importancia, puesto que de ellos dependen los servicios que los animales de trabajo pueden prestar y el tiempo durante el que los motores animados se hallan en condiciones de desempeñar la función económica inherente á su aptitud mecánica.

Líneas de aplomo.—Entre las antiguas líneas de aplomo, por las que se juzgaba de las condiciones estáticas de la máquina animal, las más importantes son las siguientes:

1.^a La vertical bajada desde el *encuentro* (articulación *escápulo-humeral*), debe caer en medio y delante de las *lumbres* (parte anterior del casco).

2.^a La vertical bajada desde el centro y parte lateral externa de la articulación *húmero radial*, debe dividir en dos partes iguales el antebrazo, la rodilla, la caña y el menudillo.

3.^a La vertical bajada desde la punta del corvejón debe dividir en dos partes iguales las restantes regiones de la extremidad.

Paralelismo de los ejes.—Para que el trabajo mecánico de las extremidades, durante la marcha, se realice con la menor pérdida posible de fuerza motriz, es necesario que se cumpla la ley del *paralelismo de los ejes*, que pudiera formularse así: «Si en toda palanca ósea puede considerarse un eje, que es la línea que une los centros de sus extremos articulares, las correlaciones anatómicas quieren que los ejes de las palancas que siguen la misma dirección sean paralelos. Simultáneamente, los ángulos formados por los ejes oblicuos, en su intersección, deben ser de la *misma clase*».

La perfección mecánica se realizaría cuando los ejes oblicuos tuviesen una inclinación de 45°. En este caso, los ángulos formados por ellos, en su intersección, serían rectos ó de 90°.

CAPÍTULO V

UTILIZACIÓN Y MEJORA DE LOS ANIMALES

Funciones económicas del ganado.—Los servicios lucrativos que los animales pueden prestar, cuando utilizan, en provecho del hombre, el *excedente* de su trabajo biológico, constituyen las *funciones económicas* del ganado.

La *función económica* es la *función fisiológica* elevada á la categoría de *función industrial*.

La *razón* de la función económica está en el *carácter utilitario* del *excedente del trabajo biológico*, resultante de la energía almacenada en los principios inmediatos de la ración de producción. Porque es abyico que un caballo cuyo funcionalismo orgánico sólo produjera la fuerza exclusivamente necesaria para transportar la masa de su cuerpo, no podría prestar servicio alguno, ni se explotaría como *lechera* una vaca cuya actividad funcional fuera la estrictamente necesaria para la lactancia de su hijo.

Para la existencia de la función económica es indispensable el concurso de dos factores; un *sobrante en el trabajo biológico* destinado á la conservación del individuo y un aparato cuya actividad sea capaz de transformarlo económicamente en *servicios* ó en *productos*.

Aptitudes.—La *aptitud* es la *capacidad orgánica* necesaria para la transformación económica, en *servicios*, del excedente del trabajo biológico individual.

La aptitud es la *adaptación* de un aparato orgánico animal á una función económica determinada.

Las diversas aptitudes que pueden presentarse en los animales domésticos, y que el hombre utiliza, son: la *aptitud mecánica*, la *aptitud para el cebo*, la *aptitud lactífera* y la *aptitud para la producción de la lana*.

La especialización de las funciones económicas.—Consiste en poner á los animales domésticos en condiciones de prestar un *servicio exclusivo*, obteniendo, con éste, el máximum de beneficios.

La *especialización* es la aplicación del excedente de actividad vital á una sola función económica. Y consiste en *localizar* este excedente en un aparato determinado, para acrecentar la intensidad de su función fisiológica, y, por consiguiente, de la *económica* que en ella descansa.

Mejora del ganado.—Para realizar el fin que la industria pecuaria persigue, la Zootecnia procura desarrollar, en el mayor grado posible, la actividad de los aparatos orgánicos de que dependen las funciones económicas. Este es el objeto de la *mejora*.

La *mejora* de los individuos consiste en convertirlos en instrumentos del más alto *poder productivo*, y se consigue especializando las funciones económicas.

La gimnástica funcional.—Con este nombre se comprende el ejercicio metódico de una función fisiológica, encaminado á desarrollar el órgano ó aparato que la ejecuta. Los efectos de la aplicación de estos métodos han quedado evidenciados en la obtención de las *variedades inglesas mejoradas*.

Teoría de la gimnástica.—Ya sea la *estructura consecuencia* de la *función*, ya sea la *función consecuencia* de la *estructura*, existe una relación tan íntima entre ellas, que toda *modificación en la forma ó en la intensidad de la función* determina una *modificación en el modo de ser ó en la complejidad de la estructura*.

La vida, en los seres orgánicos, es la resultante de la *acción* de las fuerzas incidentes externas sobre sus elementos anatómicos y de la *reacción* de las fuerzas internas, inherentes á las formaciones organizadas.

Acentuando la *intensidad de acción* de las fuerzas extrínsecas y obligando á las intrínsecas á responder á ella con *reacción de intensidad equivalente*, se aceleran las *transmutaciones orgánicas*, características del proceso biológico, por las que la *fuerza latente* de los principios nutritivos pasa á *fuerza actuante*, y

se produce mayor *excedente* de *energía vital*, primer factor de toda función económica.

Si, al propio tiempo, se localiza en un aparato determinado esa *energía actualizada* en el proceso biológico, y se lleva á él, mediante un ejercicio regulado, los materiales plasmáticos de la sangre, enriquecida con el exceso de principios alimenticios de la ración de producción, se conseguirá multiplicar el número de sus elementos anatómicos y elevar la actividad de su funcionalismo al grado necesario para la manifestación de la *aptitud*, de la que la función económica es consecuencia obligada.

La precocidad.— Con la aplicación de los procedimientos de la *gimnástica*, no sólo se especializan las funciones económicas, sino que se obtienen individuos que llegan al término de su crecimiento antes que los demás de su especie. Estos animales se llaman *precoces*.

La precocidad no es otra cosa que el *desarrollo prematuro*.

Como el animal doméstico representa en la industria pecuaria un capital *colocado á interés compuesto*, que se *realiza* en el momento de la *venta*, ó cuando se lleva al *matadero*, es de gran importancia la producción de individuos precoces.

Práctica de la gimnástica.— Tres aptitudes pueden desarrollarse por medio de la gimnástica funcional: la *aptitud mecánica*, la *aptitud precoz* y la *aptitud lactífera*.

Aptitud mecánica.— Se desenvuelve rodeando á los animales de las condiciones extrínsecas siguientes: aire puro y relativamente cálido y seco, luz intensa, ración de precocidad, *ejercicio higiénico*, primero, para desarrollar sus aparatos respiratorio y circulatorio, y *trabajo higiénico*, después, para conseguir el predominio de su aparato locomotor.

Aptitud precoz.— Se desarrolla sometiendo á los animales á una alimentación cada día más abundante, variada y rica en principios protéicos é hidrocarbonados digestibles, para estimular su aparato digestivo y elevar al más alto grado su actividad. Simultáneamente, se procurará que la acción de los modificadores externos sea la más favorable al funcionamiento del mismo y á la fijación de la albúmina y de la grasa. Al efecto, las habitaciones destinadas á los animales serán espaciosas, bien ventiladas, limpias, frescas en verano y templadas en invierno, ligeramente húmedas y no muy claras.

Aptitud lactífera.—Se desarrolla uniendo á las hembras lo más pronto posible con los machos, para que su aparato mamario entre luego en función, ordeñándolas repetidas veces, para activar el funcionalismo de los elementos secretores de las mamas, y someténdolas á la alimentación y á las condiciones higiénicas ya expuestas.

Mejora por importación.—No faltan zootecnistas que recomiendan la importación de individuos, machos y hembras, pertenecientes á variedades extranjeras distinguidas, como medio de mejorar la ganadería del país.

Pero la *importación*, sobre no ser una *mejora*, sino una *sustitución*, es un procedimiento caro y de resultados poco seguros, porque las variedades importadas *degenerarian* si se las obligaba á vivir en distintas condiciones de medio y con una alimentación menos rica en principios nutritivos.

Dada la noción que tenemos de la vida, á todo cambio en las condiciones de los medios cósmicos, y, por consiguiente, en su *acción* sobre los organismos vivos, debe corresponder una modificación equivalente en la *reacción* de éstos sobre aquéllos, acompañada de otra modificación correlativa de forma y de estructura. Por lo tanto, la continuidad de la vida en nuevos medios, no es posible sin que el *organismo se adapte*. Y la *adaptación* no es más que un *proceso de diferenciación*, por la que el sér orgánico *se amolda á las coexistencias* del medio ambiente.

La *aclimatación*, ó la adaptación de los individuos á un clima distinto, no se opera sin determinarse una *variación*, que, transmitida, por virtud de las *leyes hereditarias*, y continuada en idéntica dirección, bajo la influencia de las mismas causas extrínsecas que la produjeron, da origen á una nueva *variedad*, probablemente *degradada* ó de la que habrán desaparecido los caracteres, atributos y cualidades del orden industrial que distinguían á los animales importados. Por eso, no se ha conseguido la *naturalización* de las variedades ovinas ni porcinas inglesas en España, ni aun de la variedad *holandesa* en estas provincias del Norte.

CAPÍTULO VI

LA HERENCIA Y SUS FORMAS

La herencia.—Es el fenómeno fisiológico por el que los padres transmiten á sus hijos los caracteres y cualidades que poseen, así naturales como adquiridos.

Las leyes que rigen esta transmisión se llaman *hereditarias*, y la causa determinante de la misma *poder transmisor*.

El *poder transmisor* ó la *fuerza hereditaria* es la *resultante* de la *tendencia á la repetición*, por la que los caracteres se perpetúan, y de la *tendencia á la variación*, por la cual se modifican y desaparecen. Esa fuerza puede ser *actual* ó *potencial*.

La herencia individual.—Llamada también *unilateral* y *preponderante*, es el hecho de la transmisión de los caracteres individuales por uno de los reproductores.

Los caracteres individuales se transmiten con mayor ó menor seguridad, en razón á su *constancia* ó de su *repetición* anterior.

Sin embargo, hay que tener presente que existen reproductores machos que gozan de alto poder transmisor individual, y éstos deben preferirse, en las especies polígamas; que la herencia de los caracteres individuales no puede ser total, sino parcial; que los caracteres adquiridos, y que constituyen la *variedad individual*, no se transmiten ó desaparecen pronto, sin la acción continuada de las condiciones del medio que los determinaron.

Herencia sexual.—La transmisión, al producto engendrado, del sexo correspondiente á uno de los reproductores se denomina *herencia sexual*.

Como el valor, *industrial* y *comercial*, de los machos y las



hembras no siempre es igual, sería de gran importancia, en las especulaciones pecuarias, poder obtener, á voluntad, los primeros ó las segundas. Desgraciadamente, en el estado actual de la ciencia, nada se sabe acerca del determinismo del sexo ni de las circunstancias que influyen en su manifestación.

En la *transmisión* del sexo al producto de la génesis se observan las siguientes anomalías: que, dependiendo los caracteres *somáticos* (corporales) del sexo de la evolución de los tejidos genitales, los hijos se parecen, con frecuencia, á las madres y las hijas á los padres; que la *abeja* no necesita del elemento macho para producir machos y sí para engendrar hembras; que los *mestizos* de esta especie *heredan* el sexo contrario; que hay *rotíferos partenogénicos* que, sin elemento masculino, unas veces engendran machos y otras hembras; que la *flóæra alada*, viniendo de huevos partenogénicos, ponen huevos de los que nacen individuos sexuados, machos y hembras; que con el cambio de alimentación se ha conseguido obtener de huevos fecundos de *rana*, 92 por 100 de hembras; que sometiendo á una dieta rigurosa á las *orugas* antes de su transformación en *crisálidas*, las *mariposas* son machos, y hembras si aquéllas reciben una alimentación abundante.

En vista de estos hechos, en la interpretación del determinismo del sexo, hay que partir del principio del *hermafroditismo primitivo*, y del supuesto de que los dos sexos están, *virtualmente*, en el óvulo fecundo, y su *actualización*, aparte la *cantidad de sexo* en los casos de *hermafroditismo extremo*, depende de las condiciones del medio.

Influencia respectiva de los sexos.—Los zootecnistas antiguos sostenían que, en los productos engendrados, la conformación exterior viene del padre y la interior de la madre.

Los modernos trabajos biológicos y los resultados de la experimentación autorizan á establecer el principio de que *ambos reproductores pueden transmitir* todos los caracteres que les corresponden, dado que la herencia es *una é indivisible y única* la ley hereditaria.

Infección de la madre.—Algunos zootecnistas sostienen la «*teoría de la impregnación ó infección de la madre*» ó de la herencia *por influencia*, según la cual el macho que cubre por primera vez á una hembra, ejerce una influencia más ó menos manifiesta en los productos de uniones ulteriores, y que éstos reciben alguno de los caracteres ó atributos de aquél.

Tal teoría, ni es racional, en el estado actual de la Biología y de la Embriogenia, ni las observaciones en que se apoya son suficientes para que pueda admitirse.

El atavismo — Con esta denominación, que se deriva de *atavus*, cuarto abuelo, se comprende el fenómeno que consiste en la aparición, en los productos engendrados, de un carácter no existente en sus padres, pero sí en alguno de sus antepasados.

La *fuerza atávica* es la potencia hereditaria determinante del atavismo.

Si el fenómeno atávico se refiere á la *reaparición del tipo* de uno de los antepasados, en alguno de los productos del cruzamiento de las razas, recibe el nombre de *salto atrás*.

En la antigua escuela zootecnista, admitiendo distintas *formas y leyes* hereditarias, el hecho atávico, no sólo resultaba inconcebible, sino que aparecía como una negación de la herencia misma. La *transmisión* al hijo de *algo* que el padre no haya heredado ni adquirido, que no posee, es tan absurdo en *Fisiología*, como en *Derecho civil*.

Si el atavismo consistiera en la *reaparición* de un carácter *completamente borrado* durante varias generaciones, por virtud de la herencia, toda vez que la transmisión hereditaria supone la *continuidad*, tendríamos la *continuidad* á través de una *solución de continuidad*.

Si la herencia consiste en la *repetición, actual ó potencial*, todo carácter no transmitido *actualmente* puede transmitirse *potencialmente*.

El *hecho atávico* no es otra cosa que la reaparición, al *estado actual*, de un carácter anteriormente transmitido al *estado potencial*, y la *fuerza atávica* la tendencia á la repetición pasando de *potencia á acto*.

La ley de los semejantes. — Esta ley fué formulada por Lineo diciendo: «*Los semejantes engendran siempre á su semejante.*»

Por virtud de esta ley, todos los caracteres, específicos, de raza, de variedad, de familia é individuales, se *transmiten ó pueden* transmitirse, y los organismos engendrados se parecen *todo cuanto es posible*, á sus progenitores, sin que jamás lleguen á confundirse con ellos.

CAPÍTULO VII

LOS MÉTODOS ZOOTÉCNICOS DE REPRODUCCIÓN

Métodos de reproducción.—Son los procedimientos técnicos por los que se obtienen nuevos individuos, con las actividades todas; *naturales* y *adquiridas*, de sus progenitores; capaces, por consiguiente, de desempeñar las mismas funciones económicas.

Objeto de los métodos de reproducción.—El objeto principal de estos métodos es el de conservar y extender la *mejora* ya *realizada*, ó de multiplicar el número de individuos perfeccionados, aunque la reproducción, bien dirigida, puede producir algo nuevo que se continúe y consolide en la descendencia.

Los métodos de reproducción que la industria pecuaria utiliza son: «*la selección*», «*la consanguinidad*», «*el cruzamiento*», «*el mestizaje*» y «*la hibridación*».

La selección.—Con este nombre se comprende el *método técnico* por el que se *unen*, para la reproducción, individuos que pertenecen *á una misma raza*.

Para los que no tienen idea exacta de los *métodos zootécnicos de reproducción*, ó desconocen el lenguaje de la Zootecnia, la «*selección*» consiste en *escoger*, para la obra de la reproducción, los machos ó las hembras que reúnan tal ó cual carácter, atributo ó conformación, cualquiera que sea su tipo, ya se trate del *cruzamiento*, ya del *mestizaje*, ya de la *hibridación*. Para éstos lo mismo da *hacer una selección* que *reproducir por selección*.

El término «*selección*» tiene en el lenguaje de la Zootecnia una significación especial y *puramente convencional*: la «*selección*» es la reproducción *interse*, la *mejora de la raza por sí misma*, la *conservación de la pureza de la raza*; es el procedimiento *contrario* del *cruzamiento*

Teoría de la selección.—La teoría de este método está dada en la «ley de los semejantes» y en la «ley de la correspondencia.»

Procediendo *en selección*, dentro de la raza pura, dado que los reproductores se asemejan por los caracteres específicos y subespecíficos, y por las cualidades y atributos inherentes á sus respectivos tipos, que se transmiten indefectiblemente, los productos se parecerán á ellos cuanto es posible.

Como la herencia no obra sola en la transmisión y conservación de las modalidades orgánicas, sino con el concurso de los medios, en la *raza pura y adaptada*, ó en perfecta correspondencia con las coexistencias externas, ha de ser mayor la *tendencia á la repetición* y menor la *tendencia á la variación*.

Selección zoológica y zootécnica.—Se ha querido establecer una diferenciación, quizá impropriamente, entre *selección zoológica* y *zootécnica*, supuesto que este método técnico consiste en utilizar para la reproducción individuos del mismo *tipo subespecífico*, bien que se procure *escoger*, en él, los reproductores cuya *conformación exterior* responda mejor á una aptitud determinada, y teniendo en cuenta la *función económica* que hayan de desempeñar los productos.

Efectos de la selección.—Se atribuye á la selección el defecto de que, por ella, se procede con extremada lentitud, tardándose muchos años en obtener una *variedad mejorada*. Aparte este defecto, que se ha exagerado no poco, los resultados de la selección son tan seguros, que con ella se han obtenido todas las *variedades* más importantes.

La variedad Árabe, y la conservación, en ella, de la pureza de la raza Asiática, no es obra de la gimnástica funcional sola, *natural y artificial*, sino de una selección tenaz y esmeradísima, tendiente á mantener la *pureza de la sangre* y á perpetuar las notables cualidades del *caballo sirio ó persa*.

En Europa, todas las variedades más distinguidas, incluso la llamada «Caballo inglés de carreras», son el resultado final de una selección rigurosa.

Los efectos de la selección quedan plenamente confirmados en los merinos Mau-champ. Si el primero de éstos fué exclusivamente producto de la *génesis*, la *variedad* lo es de la *selección*, sin la que, seguramente, se hubiera borrado por completo el carácter que la distingue.

La consanguinidad.—Es el método zootécnico de repro-

ducción por el que se utilizan, para *transmitir y fijar la variación individual*, animales, macho y hembra, que pertenecen á una misma familia ó que están unidos por los *lazos de la sangre*. Es la *reproducción entre consanguíneos*.

Para los que sostienen que la *raza no es otra cosa que una familia indefinida*, puesto que proviene de una unión primitiva, la *consanguinidad* se confunde con la *selección*. Si se admitiese esta teoría, como el parentesco pudiera ser tan remoto que no ejerciera influencia alguna en el resultado de la generación, sería preciso determinar dónde *concluye la consanguinidad y empieza la selección*. De todos modos, convendría de finir la *familia zootécnica*, ó averiguar, por la experimentación, hasta qué grado de parentesco alcanza la influencia consanguínea. Entre tanto, la consanguinidad debe considerarse como la *unión de parientes próximos*.

Teoría de la consanguinidad.—Como método zootécnico, la consanguinidad, dentro de la raza pura y adaptada, no es más que la *selección entre consanguíneos*, y, por consiguiente, está basada en las leyes que pudieramos llamar *de los más semejantes y de la mayor correspondencia*.

Los consanguíneos se parecen todo cuanto es posible, así por los caracteres del orden zoológico como del orden zootécnico, lo mismo por los atributos naturales que por los adquiridos; y todo lo que es común en los reproductores se transmite indefectiblemente, porque cuando las potencias hereditarias de los mismos obran en idéntico sentido, su resultante, la herencia, ha de ser necesariamente igual á la suma de sus intensidades, como sucede con las fuerzas todas que actúan en la misma dirección. Por eso, diríamos, si se nos permitiera, que en la consanguinidad se utiliza, para los fines industriales, la *fuerza hereditaria de la sangre*. Por eso, Sanson dice que *la consanguinidad eleva al mas alto grado el poder hereditario*, Gayot que *obra á manera de potencias acumuladas* y Baron que *la transmisión hereditaria está en razón inversa de la distancia que separa á los reproductores conjugados*.

Efectos de la consanguinidad.—Es lógico suponer que los efectos de la consanguinidad han de variar con el *grado* de parentesco de los reproductores, con el *uso* ó el *abuso* que de la misma se haga y con los caracteres ó atributos que, por este método de reproducción, hayan de transmitirse y perpetuarse. En general, puede decirse que sus efectos son seguros, y que todos los productores de *variedades distinguidas* han tenido que pasar forzosamente por ella.

Se han atribuido á la consanguinidad efectos funestísimos, suponiendo que las uniones consanguíneas engendraban, en los productos resultantes, vicios de conformación, defectos y enfermedades.

Lo que respecto de este particular admiten los más eminentes zootecnistas es que, elevando la consanguinidad el poder hereditario al más alto grado, con la misma seguridad se transmiten las bellezas que los defectos, las buenas que las malas cualidades, cuando se hace aplicación de este método.

Por tanto, aconsejan que, cuando se *proceda en consanguinidad*, se elijan escrupulosamente los reproductores.

El verdadero defecto que todos, partidarios y adversarios, reconocen en la consanguinidad, es el de conducir á la infecundidad.

Las uniones repetidas de hermanos, y sobre todo gemelos, que representan á la vez la *autofecundación* y la *consanguinidad máxima ó exagerada*, deben producir, como consecuencia necesaria, la *esterilidad*, porque la autofecundación, según la Biología vegetal, determina una depresión en las fuerzas fecundadoras, y la *consanguinidad máxima*, quizá por *asemejar excesivamente* los productos, disminuye la *polaridad sexual* y aumenta la *neutralidad sexual*.

Aparte este inconveniente de la consanguinidad, sus resultados prácticos son maravillosos, y aun los adversarios de este método de reproducción convienen en que *es un mal necesario*.

Sin ella no se hubiera creado la ganadería Mauchamp, ni los nombres de C. Colling y R. Bakewell hubieran alcanzado tan notoria celebridad.

Refrescamiento de la sangre.—Por tal debe entenderse, en el sentido rigurosamente técnico de esta palabra, el hecho de *llevar sangre nueva* á las familias mejoradas, cuando para obtenerlas ha sido indispensable *abusar* de la consanguinidad. Es la suspensión momentánea de la reproducción entre consanguíneos; la cubrición temporal de las hembras por machos de otra familia distinguida de la misma raza.

Pudiera esta práctica recomendarse para prevenir la infecundidad á que conduce la *consanguinidad intensiva*, pero buscando los reproductores en las familias más afines para que no sobrevengan perturbaciones morfológicas ó fisiológicas, del orden zootécnico, que destruyan la mejora realizada.

Para obviar el mayor de los inconvenientes de la *consanguinidad exagerada*, y sin exponerse á las perturbaciones morfológicas y fisiológicas á que el refresca-

miento de la sangre pudiera dar lugar, quizá bastaría utilizar, para la reproducción, los individuos de parentesco lejano pertenecientes á la misma familia mejorada.

El cruzamiento.—Consiste en la *unión sexual* de reproductores á razas distintas. Es el procedimiento *opuesto á la selección*. Los productos resultantes del cruzamiento se denominan *mestizos*. Estos son indefinidamente fecundos y pueden utilizarse para la reproducción.

Teoría del cruzamiento.—La teoría de este procedimiento de reproducción está basada en la hipótesis de que los productos resultantes del cruzamiento representan siempre la *semisuma de los valores de la sangre* de uno y otro reproductor.

Según este supuesto, el *primer mestizo* poseerá la *mitad de la sangre* del padre y la *otra mitad* de la madre, el *segundo*, los *tres cuartos* de la *sangre* de aquél y *un cuarto* de la de ésta, el *tercero*, los *siete octavos* de la *sangre* del primero y *un octavo* de la segunda, y así sucesivamente, uniendo siempre el macho de raza pura con las hembras de cada una de las respectivas generaciones. Se supone que á la *cuarta generación* la sangre de la madre queda eliminada y *absorbida* la raza á que corresponde.

Como no hay razón para admitir que en los mestizos estén siempre, por partes iguales, los caracteres del macho y de la hembra; como la raza que se quiere eliminar puede hallarse *perfectamente adaptada ó en estrecha correspondencia con las coexistencias externas*, y la herencia no obra sola, sino con el concurso de los medios; como no puede asegurarse que la raza llamada *absorbente* realice la *absorción absoluta* de la raza indígena, en realidad, no existe una *teoría científica* del cruzamiento.

Objeto del cruzamiento.—El cruzamiento puede perseguir uno de dos objetos: 1.º obtener productos mixtos, con destino á la venta, *cruzamiento industrial*; 2.º substituir la raza que se supone *inferior ó degenerada* por otra *superior ó regeneratriz*, (*cruzamiento continuo, progresivo, etc.*)

Resultados del cruzamiento.—Aunque los partidarios del cruzamiento lo recomiendan por sus efectos rápidos, y como medio de mejorar en poco tiempo la ganadería, sus resultados están lejos de ser tan positivos y seguros como los de la *selección*.

De todos modos, dada la noción que tenemos de las leyes de la herencia y de la acción de los medios sobre los organismos

vivos, es obvio que deberá procurarse, en lo posible, que las razas que se crucen sean afines, y análogas las condiciones de medio en presencia de las que se hayan formado.

El mestizaje.—Cuando por el *cruzamiento* se ha llegado a la *substitución de la raza indígena*, y, en vez de seguir uniendo el *macho importado* con las hembras mestizas, se cubren éstas por individuos que son también mestizos, el método se denomina *mestizaje*. Este no es más que la *reproducción de los mestizos entre sí*.

Formas del mestizaje.—El mestizaje se llama *simple* cuando los reproductores mestizos proceden del cruzamiento de dos razas y *compuesto* si provienen de tres ó más, y uno y otro pueden ser *consanguíneos*.

Efectos del mestizaje.—Por este procedimiento no pueden obtenerse variedades con caracteres típicos constantes, por virtud de la *variación desordenada* á que da lugar, pero si agrupaciones de *relativa fijeza* que se distinguen por algún carácter zootécnico, más ó menos importante.

La unión sexual de los mestizos, por virtud de las distintas fuerzas atávicas que en ella se ponen en juego, dado que los reproductores proceden de dos razas (mestizaje simple) ó de tres ó más (mestizaje compuesto), origina una *variación desordenada*, por lo que respecta á los caracteres típicos ó subespecíficos. Por el mestizaje sólo se obtienen grupos *multiformes, disarmónicos y heterogéneos*, bajo el punto de vista de la morfología específica.

Pero los caracteres típicos no siempre tienen importancia en las especulaciones zootécnicas, y sólo en el caso de que los atributos zootécnicos de más valor industrial fueran inherentes á la forma subespecífica pudiera ser de consecuencias funestas la *disyunción* ó *distocación* morfológica determinada por el mestizaje.

En las razas, sean ó no afines, puede presentarse un mismo carácter ó atributo del orden zootécnico, de alto valor económico, que, transmitido con independencia de las formas específicas, y *reforzado* y perpetuado en los productos por la *repetición convergente*, dé lugar á una *variedad constante, y homogénea*, bajo este punto de vista. En este caso, el mestizaje pudiera ser de resultados satisfactorios.

La hibridación.—Consiste en la unión de reproductores correspondientes á distintas especies, para obtener animales útiles que el mercado demanda y paga á precio remunerador. Los productos se denominan *híbridos*.

Los únicos híbridos que la práctica zootécnica produce son la *mula* y el *burdégano*, resultantes, la primera, de la unión del *asno* con la *yegua* y, el segundo, de la cubrición de la *burra* por el *caballo*.

Los híbridos son *productos mixtos* que participan á la vez de los caracteres y atributos del padre y de la madre, desigualmente repartidos.

Algunos zootecnistas aseguran que la mula se parece por su conformación exterior al asno y por la forma de las diferentes piezas del esqueleto á la yegua, y que respecto del burdégano sucede lo contrario, deduciendo de aquí que la morfología externa viene del padre y la interna de la madre.

Creíase que los híbridos animales eran absolutamente infecundos, pero se conocen algunos casos de mulas que han sido fecundadas por el caballo ó por el asno.

Como del cruzamiento resultan organismos *eugénicos* y de la hibridación organismos *agénicos*; como del primero se obtienen grupos de *duración indefinida* y por la segunda agrupaciones *condenadas á extinguirse*; como por aquél se consiguen *reproductores* y por ésta únicamente *productos*, creemos que no deben confundirse uno y otro método. En todo caso, pudiera existir analogía sólo entre la hibridación y el *cruzamiento industrial*, cuando por éste se producen *mestizos de primer grado*.

En realidad, la hibridación no constituye un *método zootécnico* de reproducción, sino un *procedimiento industrial* que utiliza la sexualidad de especies afines, y que pueden fecundarse, para obtener *productos comerciales*.

PRÁCTICA DE LA REPRODUCCIÓN

Como los animales domésticos no se reproducen sin la intervención directriz del hombre, la serie de operaciones encaminadas á realizar la unión sexual de los mismos, de acuerdo con los principios de la Biología y de la Higiene, constituyen la práctica de la reproducción.

El celo.—A la reproducción debe preceder el *celo*, así en las hembras como en los machos.

El *celo* es el estado fisiológico dependiente del trabajo de elaboración de las células sexuales, *óvulo* y *espermatozooario*, realizado por los órganos generadores.

El *estado de celo*, ó la manifestación de las necesidades genésicas, se esterioriza por caracteres que los prácticos saben apreciar, y que no dejan lugar á duda.

Como durante el período de celo se desarrollan y maduran los óvulos en el interior de los ovarios, y el éxito de la fecundación depende de la madurez de los mismos, no se verificará la unión de los machos y las hembras hasta que éstas hayan dado señales inequívocas de hallarse en tal estado.

Salto ó monta.—El acto por el que tiene lugar la unión sexual de los reproductores se conoce, en el lenguaje de la práctica zootécnica, con los nombres de *salto*, *monta* y *cobrición*.

Monta en libertad y á mano.—La *monta en libertad* consiste en abandonar á los reproductores, en lugares á propósito y vigilados por el hombre, á sus instintos genésicos, hasta tanto que se haya realizado la unión.

Por la *monta á mano* el hombre dirige la unión sexual de los reproductores, cuando éstos son de alto valor, para evitar las pérdidas inútiles inherentes al ejercicio de esta función.

La gestación ó preñez.—Es el trabajo funcional que se realiza en el interior de la cavidad uterina de la hembra, necesario al desarrollo del nuevo sér. Comprende el *proceso evolutivo* del organismo engendrado hasta que adquiere condiciones viables. Su duración varía con cada una de las especies domésticas.

En ese crítico período las hembras deben ser objeto de todos los cuidados y atenciones que sean compatibles con la economía, encaminados á favorecer el desarrollo del feto y, sobre todo, á evitar el *aborto*, ó la expulsión prematura del mismo, siempre de funestas consecuencias para el ganadero.

Al efecto, se recomienda que se alojen en habitaciones que sean más espaciosas y estén mejor ventiladas que de ordinario; que la alimentación sea escogida y rica en principios protéicos digestibles; que se las separe de los demás animales, aun de su misma especie y sexo; que se proscriban en absoluto los malos tratamientos; que se eviten, en lo posible, los sustos, las caídas, los saltos y carreras. El trabajo moderado, y siempre de tal naturaleza que no perturbe el funcionalismo orgánico del producto de la génesis, es más conveniente que perjudicial á las hembras de las especies caballar y asnal.

El parto.—El hecho fisiológico de la expulsión del feto,

cuando ha completado su organización y se halla en condiciones de vivir en el medio ambiente, constituye el parto.

El parto se anuncia, con algunos días de antelación, por el *descenso* del vientre, por el hundimiento de los ijares, por el desarrollo de las mamas, por la aparición en las extremidades de los mamezones de gotas de calostros más ó menos condensados y por otras señales de fácil percepción.

Cuando el parto es inminente, se procederá al aislamiento de las parturientas, que serán alojadas en habitaciones abrigadas y provistas de abundante cama, dejándolas en completa tranquilidad, limitándose el hombre á vigilarlas á cierta distancia, por si fuere necesaria su ayuda.

El parto puede ser *normal* ó *laborioso*. En el primer caso, la expulsión del feto se opera exclusivamente á expensas de los esfuerzos de la madre; en el segundo, éstos son insuficientes y la parturienta reclama la ayuda del hombre.

Cuando el parto es anormal, y sobre todo si reconoce por causa una *mala presentación* del feto ó un estado constitucional defectuoso de la hembra, es necesario acudir á los recursos de la ciencia, llamando, al efecto, á un veterinario.

Poco tiempo después de terminar el parto tiene lugar la expulsión de las envolturas fetales, que, en los partos normales, se verifica por los solos esfuerzos de la parturienta. Si no se realizara al cabo de algunas horas, hay que proceder á la extracción de la placenta, pues peligraría la vida de la hembra.

El recién nacido debe ser objeto de algunas atenciones, entre otras, la de cortar y ligar el cordón umbilical, secar la piel, humedecida por el líquido del *amnios*, estimular la circulación periférica por medio de fricciones, ayudarle á levantar, aproximarle á las mamas de su madre é introducirle en la boca uno de los pezones, si espontáneamente no lo tomase, etc.

La lactancia.—Las prescripciones á que ésta deberá ajustarse, pueden reducirse á dos: que la hembra reciba una alimentación abundante y rica en proteína digestible, puesto que de ella dependerán la cantidad y la calidad de la leche, y, por tanto, la suma de materiales nutritivos con que el nuevo ser ha de atender á su crecimiento en los primeros meses de la vida, y que éste mame con intervalos de tiempo de duración suficiente para la mejor digestión de la leche ingerida.

El destete.—Consiste en la substitución del régimen, láctico

por la alimentación ordinaria, propia de la especie á que el animal pertenece.

Es un hecho, demostrado por la experimentación, que el desarrollo y la actividad productora de los animales domésticos, cualquiera que sea la especie á que correspondan y la función económica que hayan de desempeñar, dependen de la intensidad y de la duración de la lactancia. Por eso, debe prolongarse todo el tiempo que sea compatible con la economía.

Como durante el destete el organismo ha de *adaptarse* al nuevo régimen alimenticio, y toda adaptación supone una diferenciación más ó menos profunda, conviene que se opere gradualmente, para evitar perturbaciones funcionales en el aparato digestivo, que alcanzarían á la economía toda, dadas las correlaciones fisiológicas que existen entre él y los diferentes órganos.

LA ZOOTECNIA ESPECIAL

CAPÍTULO VIII

EXPLOTACIÓN DEL GANADO CABALLAR

Objeto de la zootecnia especial.—La *Zootecnia especial* es la parte de esta ciencia que estudia cada una de las especies domésticas, las razas y variedades en ellas comprendidas; los caracteres y aptitudes que las distinguen y los medios de conservación, mejora y reproducción de las mismas.

EL GANADO CABALLAR

Se llama *ganado caballar* al conjunto de individuos correspondientes á la especie *Equus caballus*, de Linneo; sometida á la domesticidad desde los tiempos más remotos.

Importancia del caballo.—Aunque con una sola aptitud, que es la mecánica, el caballo, por la multiplicidad de funciones que desempeña, pues se le utiliza para la *silla*, para la *carrera*, para la *guerra*, para la *carga*, para el *tiro*, con razón se le considera como uno de los primeros animales domésticos.

Razas equinas y sus variedades.—Las razas comprendidas en la especie *E. caballus* se clasifican en dos grupos: *braquicéfalas* (de cráneo corto) y *dolicocéfalas* (de cráneo largo).

Entre las primeras, las más importantes son: la *Asiática*, que comprende la variedad *Arabe*, la *Andaluza* y la de *Carreras* (inglesa); la *Africana*, con las variedades *Berberisca*, *Tunecina* y *Andaluza*; la *Irlandesa*, á la que corresponden las variedades *Bretona* y *Ponneys*; la *Británica*, cuyas variedades son la *Suffolk*, *Norfolk* y *Bolonesa*.

Entre las razas *dolicocéfalas* están la *Germánica*, que comprende las variedades *alemanas*; la *Frisona*, cuya variedad más notable es la *Flamenca*; la *Percherona*, en la que se incluyen el *grande* y el *pequeño Percherón*.

Cría caballar.—La cría caballar se lleva á cabo en *yeguas* ó *potreros*, en los que los individuos de las razas equinas viven y se reproducen en libertad; en *dehesas*, en las que permanecen casi todo el año, alimentándose de las hierbas que éstas producen; por un sistema *mixto*, que consiste en conducir á las yeguas y á los potros á las praderas durante el día y el buen tiempo, dándoles por la noche, en las cuadras, un suplemento alimenticio, y por el método *intensivo*.

Mejora del Caballo.—Para la obtención de *variedades mejoradas*, en la especie caballar, es necesario llevar á cabo una *selección* esmerada en las diferentes razas, teniendo en cuenta las aptitudes propias de cada tipo, someter al caballo á ración de *precocidad* (400 gr. de proteína digestible por 100 kg. de peso, con una *relación nutritiva* como 1 : 4), y hacer aplicación de los procedimientos de la *gimnástica* al desarrollo de su aparato locomotor, en armonía con la *función* económica que haya de desempeñar.

Reproducción del ganado caballar.—La *selección* es el método que más se recomienda en la cría caballar, si bien se utiliza el *cruzamiento industrial* con éxito.

Selección.—La selección de los *équidos* se llevará á cabo teniendo en cuenta la *aptitud* correspondiente á cada uno de los *tipos* y la *función económica* que de la misma se deriva, examinando escrupulosamente, en particular en el *caballo padre*, el aparato locomotor, dado que el caballo, cualquiera que sea el servicio á que se le destine, desempeñará siempre el papel de *motor*. Cualquiera defecto, por lo que respecta á la construcción y á la solidez de las extremidades, bastará para desechar al caballo como reproductor.

Por otra parte, como la belleza plástica es una de las condi-

ciones que al caballo se exigen, convendrá que las formas sean regulares y armónicas en los reproductores de esta especie.

El celo.—En la especie caballar el celo se presenta á los dos años en las variedades precoces y á los tres en las tardías, no habiendo inconveniente en utilizar para la reproducción á los machos y á las hembras desde esta edad, siempre que el celo se manifieste en ellos espontáneamente.

La monta.—Esta tiene lugar exclusivamente *á mano*, procurando, para evitar saltos inútiles, que la yegua se halle en *pleno período* de celo. Los caballos padres no deben cubrir más que una ó dos hembras por día.

Gestación.—La *preñez* dura en las yeguas 11 meses, por término medio, y en este tiempo serán objeto de los cuidados y atenciones ya enumerados en la zootecnia general.

Las yeguas pueden trabajar durante los 10 primeros meses de la *preñez*, siempre que el trabajo sea moderado y no se las utilice para la *carga* ni para el *tiro* de vehículos de dos ruedas.

El parto.—Se anuncia en las yeguas por caracteres ó señales indubitables, y tan pronto como éstos se presenten, deben alojarse en habitaciones á propósito, procurando observarlas de cerca por si necesitaran la ayuda del hombre.

La lactancia.—La lactancia de los potros deberá regularse de modo que *mamen* con intervalos de 3 á 4 horas, separándolos de sus madres, aun cuando permanezcan en la misma habitación.

Durante este período las yeguas recibirán una alimentación abundante y rica en principios protéicos, siendo la mejor la hierba fina de las praderas acompañada de la cantidad conveniente de granos.

Destete de los potros.—Este no debe comenzar hasta el quinto mes de su vida, y durará cinco ó seis semanas. Para llevarlo á cabo se aconseja que los potros acompañen á sus madres á los prados, desde los tres meses, y que reciban un suplemento alimenticio consistente en harinas diluidas en el agua, ó mezcladas con raíces ó tubérculos cocidos, que irá aumentando á medida que disminuya la ración de leche.

Cría del asno.—El asno, correspondiente á la especie *Equus asinus*, de Linneo, por su sobriedad, por su mansedumbre y por su resistencia para los trabajos más duros, es uno de los animales

más útiles. Se emplea como *montura*, para las labores del campo, para el tiro, la carga, etc.

Dos son las razas comprendidas en la especie *B. asinus*; una *dolicocéfala*, la *Africana*, y otra *braquicéfala*, la *Europea*.

El celo se manifiesta á los dos años en los individuos de esta especie, y desde esa edad pueden utilizarse para la reproducción.

La preñez dura de doce á trece meses, en cuyo tiempo las hembras no reclaman cuidado alguno, siendo raro en las mismas el aborto, pero debiera mejorarse su alimentación, sobre todo si se desea obtener productos que sirvan para *garañones*.

La lactancia debe durar de cinco á seis meses, y el destete se llevará á cabo lenta y gradualmente.

Cría de la mula.—De la cubrición de la yegua por el asno resulta el *híbrido* denominado *mula*, que á la alzada y corpulencia de su madre reúne la sobriedad y la resistencia de su padre. No tiene rival para la carga, y en las regiones meridionales es insustituible en las labores del campo.

Para *garañones* deben elegirse asnos de gran alzada y corpulencia y cuyo aparato locomotor esté perfectamente conformado.

La duración de la preñez en la yegua cubierta por el asno, los cuidados que en el curso de la misma reclama, el parto, la lactancia y el destete de las crías son análogos á los ya dichos al ocuparnos del ganado caballar.

Racionamiento de los équidos.—De lo que llevamos dicho respecto del papel que desempeñan en la economía animal los principios inmediatos de los alimentos, se desprende que los équidos habrán de exigir *ración de entretenimiento y de producción ó de trabajo*, y que tanto la una como la otra deberá contener *hidratos de carbono, proteína y grasa*, dado que, aun durante el reposo, el trabajo interno, representado por los movimientos moleculares de la digestión y de la absorción, por los del corazón, el de la sangre en los vasos y en los pulmones, los de asimilación y desasimilación, etc., no se realiza sin la desintegración de una cantidad equivalente de albuminoides, que son los que producen la *tensión dinámica*, transformable en *fuerza viva* determinante de todo movimiento, ya de *moléculas*, ya de *masas*.

Los sistemas de Kuhn y de Wolff, aunque racionales, sobre todo el de este último, puesto que los *factores de racionamiento* se determinan teniendo en cuenta la *proteína*, los *hidratos y grasa* necesarios, su *coeficiente de digestibilidad* y la *relación nutritiva* más favorable en cada caso, tienen el inconveniente de que se

regulan atendiendo al *peso vivo*, y no á la *cantidad de trabajo ni de productos demandados*, de los que depende la *ración de producción*.

El procedimiento de Crevat tiende á salvar este inconveniente.

Ración de entretenimiento.—Para determinarla, Crevat parte del supuesto de que un caballo de 500 kgs. de peso debe producir 16.000 calorías, para hacer frente á las pérdidas que experimenta, siendo la temperatura de 12°; y como el poder calorífico de los azúcares es de 3.550 calorías, necesitará 4,50 kilogramos de los mismos, y que el trabajo interno equivale á 600 dinámias (la dinamia es igual á 1.000 kilogrametros), y admitiendo que el poder dinámico de la proteína es de 2.104 dinámias, exigirá 0,285 kgs. de la misma.

Pero esta ración es deficiente, porque los hidratos no pueden reemplazar totalmente á la *grasa* en la satisfacción de las necesidades respiratorias, sin duda porque el organismo animal está habituado á *quemar* cierta cantidad de esta substancia para producir el calor fisiológico; y bajo este punto de vista las grasas no tienen equivalente *termógeno* en los azúcares.

Crevat cree que á la ración así calculada hay que agregar 90 gramos de grasa (un tercio próximamente de la cantidad de proteína).

Para determinar las *raciones proporcionales*, ó para caballos de cualquier peso, parte Crevat del principio de que las *pérdidas son proporcionales á las superficies*, y, por tanto, al *cuadrado del perímetro del pecho*. A su vez, el perímetro del pecho es igual á la *raíz cúbica del peso dividida por un coeficiente* (80, para un caballo trabajando al paso, 75, al trote y 70, al galope).

Calculado el perímetro del pecho, la ración se determina por la fórmula $R=C^2 \times f$. (C es el perímetro del pecho y f un factor de racionamiento).

Para determinar el factor f, respecto de cada uno de los principios inmediatos, se dividen las cantidades 4,50 kgs., 0,285 kgs. y 0,090 kgs. de azúcares, proteína y grasa de la ración de entretenimiento de un *caballo tipo*, ó de 500 kilogramos, por el cuadrado del perímetro del pecho, que es de 3m,393, que da para f los valores respectivos 1,326 kgs., 0,084 y 0,026.

Substituyendo en la fórmula C y f por sus valores, tendremos la ración de entretenimiento para un caballo cualquiera en función del perímetro del pecho.

Ración de trabajo.—Wolff aconseja como ración total para un trabajo moderado, una que contenga 0,180 kgs. de proteína digestible, 1,120 kilogramos de hidratos y 0,060 kgs. de grasa, por 100 kgs. de peso vivo, con una relación nutritiva como 1:7, y para un trabajo enérgico una de 0,280 kilogramos de proteína, 1,340 kgs. de hidratos y 0,080 kgs. de grasa, siendo la relación nutritiva como 1:5,5.

Pero la cantidad de trabajo producido por los motores animados no es proporcional al peso, pues se observa una diferencia, por unidad del mismo, entre los grandes y pequeños motores, tanto mayor cuanto menor es el peso vivo. Así, mientras un caballo de 600 kgs. de peso realiza un trabajo de 2.440.000 kgs., dos de 300 kgs. ejecutan uno de 3.072.000 kgs. y seis de 100 kgs. uno de 4.440.000. Si se tiene en cuenta, además, que las pérdidas son mayores en éstos que en aquél, se comprenderá que el procedimiento de Wolff ha de conducir á la determinación de raciones insuficientes respecto de los motores de poco peso.

Crevat calcula por separado la ración de *entretenimiento* y la de *producción*, y ésta teniendo en cuenta que debe ser proporcional al trabajo á realizar, y éste, á su vez, al cuadrado del perímetro del pecho, no al peso vivo.

La proteína es, para Crevat, la que origina la energía que produce la fuerza muscular. Según él, un kilogramo de proteína asimilada produce 4.950 calorías, y, por consiguiente, 2.103.850 kgs., ó 2.104 dinámias. Esto admitido, fácil es determinar la cantidad de proteína de la ración de trabajo, conociendo éste en kilogrametros.

Siendo el trabajo proporcional al cuadrado del perímetro del pecho y éste 3m393, para un caballo de 500 kgs. de peso, y un trabajo diario de 2.160 dinámias, dividiendo este último número por el primero, se tiene 637, que es el coeficiente por el cual habrá que multiplicar el cuadrado del perímetro del pecho para obtener, en dinámias, el trabajo de un caballo cualquiera.

Ahora bien; como un kilogramo de proteína produce 2.104 dinámias, la cantidad de proteína de la ración deberá ser de 0,575 gr. por dinamia ó 1.000 kgs. de trabajo. Pero como éste supone mayor intensidad en la asimilación y desasimilación, circulación más rápida y respiración más activa, y todo movimiento interior origina un gasto de albúmina correlativo de la energía dinámica necesaria á su realización, debe aumentarse la cantidad de proteína en 0,133 gramos; debiendo contener la ración de trabajo 0,608 gr. por 1.000 kgs. Gasparin calcula que la cantidad de proteína debe ser de 0,525 gr., Moreau-chaslon, de 0,543 gr., Hervé-Mangon, de 0,544 por 1.000 kilogrametros.

Por las mismas razones expuestas, á esta cantidad de proteína de la ración de trabajo deben acompañar 1,172 gr. de azúcares y 0,142 gr. de grasa por 1.000 kgs.

En la alimentación de las yeguas de *viente*, á la ración normal, de entretenimiento y de producción, esta última proporcional al trabajo que han de ejecutar, debe añadirse, para la nutrición del feto, 0,643 kg. de azúcares, 0,066 kilogramos de proteína y 0,015 kgs. de grasa.

Durante la lactancia de los potros, las yeguas recibirán un suplemento de 0,572 kgs. de azúcares, 0,281 kgs. de proteína y 0,260 kgs. de grasa.

CAPÍTULO IX

EL GANADO VACUNO

Ganado vacuno.—El ganado vacuno se halla constituido por los individuos pertenecientes á la especie *Bos taurus*, de Linneo.

Su importancia.—El ganado vacuno; por los variados servicios que puede prestar, dadas sus diferentes aptitudes, reporta tales y tantas utilidades al hombre, que, con razón, se considera como uno de los más importantes en todos los países cultos.

El buey, por su corpulencia y por la enorme fuerza que desarrolla, es uno de los animales más á propósito para el arrastre de vehículos pesados. En estas regiones del Norte, en las que los terrenos son accidentados, tenaces y húmedos, no tiene substitución posible en los trabajos del campo.

Los individuos de las razas bovinas, por la complejidad de su estómago, por la gran masa de substancia vegetal que transforman en carne y grasa y el desarrollo que en ellos alcanzan los tejidos muscular y adiposo, figurarán siempre en las especulaciones pecuarias como los primeros agentes productores de estas materias. Las hembras de esta especie producen la mayor parte de la leche que se consume en las grandes poblaciones, de la que se obtienen, además, la manteca y el queso. Las pieles de vaca y de becerro representan un producto de no escasa importancia.

En estas provincias, cuyas condiciones de medio son las más favorables para el desarrollo de los *bóvidos*, y sobre todo para la producción de la leche, la ganadería vacuna tiene interés excepcional.

Razas bovinas y sus variedades.—Entre las numerosas razas conocidas, las principales son las siguientes: 1.ª La raza

Batávica, que comprende las variedades *Durhan*, con aptitud para la producción de la carne y de la grasa, y *Holandesa*, especialmente apta para la elaboración de la leche; 2.^a la raza *Germanica*, cuyas variedades más importantes son la *Normanda* y *Hereford*; 3.^a la raza *Irlandesa*, á la que corresponden las variedades *Ayr*, *Devon* y *Bretona*; 4.^a la raza *Alpina*, de la cual las variedades *Suizas* son las más interesantes.

Mejora de la ganadería bovina.—La mejora del ganado vacuno exige la especialización de sus funciones económicas, porque es punto menos que imposible desenvolver á la vez todas sus aptitudes.

Al efecto, se escogerán aquellos individuos en los que se manifieste mejor una aptitud determinada, y se someterán á los procedimientos, ya conocidos, de la gimnástica, en armonía con la función económica que se quiera especializar.

Reproducción del ganado vacuno.—Aunque en la reproducción de las razas bovinas puede utilizarse el *cruzamiento*, es preferible la *selección*, teniendo en cuenta la aptitud predominante en cada raza, escogiendo los reproductores cuya conformación esté más en armonía con la función que haya de especializarse en los productos.

El celo.—El celo preséntase en las variedades bovinas precoces á partir de los doce meses y en las tardías desde los dos años, pudiendo, desde luego, utilizar los machos y las hembras, sin inconveniente, para la reproducción, sobre todo las *novillas*, si se quiere desarrollar en ellas la aptitud para la producción de la leche.

La monta.—El celo se reconoce fácilmente en las vacas, y una vez que se haya manifestado, siendo natural ó espontáneo, deben ser cubiertas por el *toro*, llevándose á cabo la monta en libertad.

La gestación.—Esta dura en las vacas nueve meses, por término medio, debiendo prodirgárlas, en ese período, todos los cuidados y atenciones mencionados en la Zootecnia general, á fin de evitar el aborto.

El parto.—Este suele ser normal en la vaca, y apenas es necesaria la ayuda del hombre, á no ser que se trate de las primizas, en las que puede ser laborioso. En todo caso, no deberán

olvidarse las precauciones que quedan expuestas en la Zootecnia general.

Lactancia.—La lactancia de los terneros se regulará de modo que éstos reciban una alimentación abundante y rica en principios inmediatos, y que mamen hasta la *saciedad*, con intervalos de cuatro ó cinco horas, cuando se desee obtener individuos precoces.

La práctica, tan generalizada en esta provincia, de alimentar insuficientemente á los terneros, guiado el *aldeano* por una economía muy mal entendida, resulta, en definitiva, por extremo funesta para sus intereses, pues aquéllos *pagarian* la leche á mayor precio que el *mercado*, transformándola en carne y grasa. La alimentación en la primera edad, ejerce, además, una influencia decisiva en el poder nutritivo y productivo de los animales en períodos ulteriores de su vida.

El destete.—Aunque los bóvidos domésticos suelen nacer con los primeros *incisivos*, y á las tres ó cuatro semanas ha tenido lugar en ellos la erupción de todos los *dientes de leche*, éstos no completan su desarrollo hasta el quinto ó sexto mes de su vida. Hasta los cuatro meses cumplidos no debe, por consecuencia, comenzarse el destete, y en él se invertirán treinta ó más días, disminuyendo lenta y progresivamente la ración de leche, que se substituirá por alimentos de fácil digestión.

Racionamiento de los bóvidos.—Según Wolff, la ración de entretenimiento del buey debe contener 0,700 kg. de albúmina, 8 kg. de hidratos y 0,150 kg de grasa, siendo la relación nutritiva 1 : 12, por 1.000 de peso.

Crevat calcula los siguientes *factores de racionamiento*: 1,33 kg. de azúcares, 0,080 kg. de proteína y 0,030 de grasa, que, según sabemos, multiplicados por el cuadrado del perímetro del pecho, darían la ración necesaria para un animal cualquiera.

La ración total, según Wolff, será, para un trabajo enérgico, de 2,400 kilogramos de albúmina, 13,200 kgs. de hidratos y 0,500 kgs. de grasa, por 1.000 kgs. de peso. R. = 1 : 6.

Factores de racionamiento, de Crevat; 1,880 kilogramos de azúcares, 0,390 kg. de proteína y 0,100 kgs. de grasa. Coeficiente de peso, 80.

Producción de la carne y de la grasa.—Las raciones alimenticias se regularán teniendo en cuenta que la carne sólo se produce á expensas de

la proteína digestible, y que la grasa procede de los principios grasos de los alimentos y de la materia protéica desintegrada. Un kilogramo de proteína puede dar origen á 485 gramos de grasa:

Factores de racionamiento, de Wolff, para los individuos de las razas bovinas, durante el período de crecimiento, por 1.000 kg. de peso vivo:

De 3 á 6 meses,	3,200 kg. de albúmina,	13,500 kg. de hidratos	y 1.000 kg. de grasa.
» 6 á 12 »	2,500 »	13,500 »	0,600 »
» 12 á 18 »	2,000 »	13,000 »	0,400 »
» 18 á 24 »	1,600 »	12,000 »	0,300 »

Factores de racionamiento, de Crevat, para individuos precoces. C² crece de 1m, 773 á 4,m 539.

De 5 á 10 meses, 1,620 kg. de azúcares, 0,340 kg. de proteína y 0,100 kg. de grasa

» 10 á 15 »	1,560 »	0,360 »	0,110 »
» 15 á 20 »	1,500 »	0,380 »	0,120 »
» 20 á 25 »	1,440 »	0,390 »	0,130 »
» 25 á 30 »	1,380 »	0,410 »	0,140 »

Producción de la leche.—La ración de entretenimiento de las vacas se calcula por los procedimientos conocidos y la de producción teniendo en cuenta la cantidad de leche que han de elaborar y su composición.

Crevat establece como necesaria para una vaca de 500 kg., la ración de entretenimiento compuesta de 5,000 kg. de azúcares, 0,350 kg. de proteína y 0,100 kg. de grasa, y para la producción de 10 litros de leche un suplemento de 0,400 kg. de azúcares, 0,812 kg. de proteína y 0,200 kg. de grasa.

Para las vacas en gestación, es preciso agregar al suplemento alimenticio necesario á la elaboración de la leche los principios indispensables á la nutrición del feto.

CAPÍTULO X

EL GANADO DE CERDA, LANAR Y CABRÍO

El ganado de cerda.—Forman el ganado de cerda los animales pertenecientes á la especie *Sus domesticus*.

Importancia del cerdo.—La cría, mejora y reproducción del cerdo tienen importancia extraordinaria, dadas las utilidades que éste reporta. El cerdo, por su precocidad, porque el capital que representa, con sus intereses, se realiza al cabo de pocos meses, por su actividad digestiva y productiva, porque se alimenta de *todo*, por la fecundidad de la hembra, por la finura de su carne y de su grasa y por el consumo que de ellas se hace, debe considerarse como uno de los más importantes, quizá como el primero, entre los animales domésticos.

Razas y variedades.—Las razas porcinas domésticas conocidas son tres:

1.^a La *Asiática*, caracterizada por tener la cabeza pequeña, las orejas cortas, estrechas y puntiagudas, perfil anguloso entrante, hocico y cuello cortos, cuerpo cilíndrico y extremidades finas y de escasa longitud. Su aptitud predominante es para la producción de la grasa.

2.^a La *Céltica*, que se distingue por tener la cabeza grande, las orejas largas, anchas y caídas, el perfil en ángulo obtuso entrante, el hocico ancho y largo, y el cuello, el tronco y las extremidades de notable longitud. Es apta, principalmente, para la producción de la carne.

3.^a La *Ibérica*, caracterizada por tener cabeza medianamente grande, perfil curvilíneo entrante, orejas más largas que anchas, puntiagudas y dirigidas hacia adelante, hocico y cuello de longitud intermedias entre los de las razas *Asiática* y *Céltica* y las extre-

midades cortas. Es á la vez apta para la producción de la carne y de la grasa.

Esta raza comprende dos variedades bien definidas; la *Extremena*, de mediana alzada, cuerpo cilíndrico, extremidades cortas, poco precoz y cuyos pelos ó *cerdas* son invariablemente de color negro, y la *Mallorquina*, de mayor alzada y corpulencia, más á propósito para la producción de la grasa, y cuyos pelos son siempre de color de rosa.

Mestizos ingleses.—Entre las numerosas variedades de mestizos ingleses, las más importantes son las siguientes: la de Yorkshire, procedente del cruzamiento de las razas Céltica, Asiática é Ibérica; la de Berkshire, resultante del cruzamiento de la raza Ibérica con la Asiática; la de Essex, obtenida por el cruzamiento de las razas Céltica é Ibérica.

Reproducción del cerdo.—En la reproducción del ganado de cerda puede utilizarse cualquiera de los métodos zootécnicos, supuesto que la aptitud es la misma en todas las razas, y tanto por el cruzamiento como por el mestizaje se han obtenido las variedades inglesas más renombradas. Pero, cualquiera que sea el método aplicado, deben escogerse para reproductores los individuos más precoces, cuyo esqueleto sea por extremo reducido, y la actividad digestiva notable.

El celo.—Manifiéstase el celo en los individuos de las razas porcinas desde los seis meses, si están suficientemente alimentados, y pueden desde esa edad utilizarse para la reproducción, siempre que los machos no cubran más de dos hembras por día, en el primer año, y éstas reciban la ración necesaria para atender á su crecimiento, y al desarrollo de sus hijos, durante su vida intrauterina, y á la lactancia de los mismos, más tarde.

Gestación.—En las hembras de la especie porcina dura la gestación de 112 á 120 días, y, por tanto, pueden ser cubiertas dos veces por año, eligiendo, al efecto, la época más conveniente, en armonía con los sistemas de explotación y las exigencias del mercado. El aborto es raro en la *cerda*, y durante la preñez no reclama otros cuidados que alguna limpieza y alimentación sana y suficiente.

El parto.—Es casi siempre normal en las hembras de esta especie, y no necesitan los auxilios del hombre, pero es necesario

vigilarlas para separar de ellas las crías, á medida que vayan naciendo, para evitar que las devoren.

Lactancia.—Por esto mismo, convendrá que el hombre presencie la lactancia de los lechones durante la primera semana, retirándolos de la madre cuando hayan cesado de mamar.

La lactancia debe durar de siete á nueve semanas, y en este tiempo la cerda recibirá una alimentación abundante y rica en proteína, á fin de que pueda amamantar suficientemente á sus hijos.

El destete.—El cerdo no debe destetarse hasta que haya completado la primera dentición, y para llevar á cabo el destete conviene que la leche de la madre se substituya, poco á poco, por los residuos de la fabricación de mantecas y quesos, á los que podrá adicionarse, desde la quinta semana, harinas de cereales ó legumbres desleídas en ellos.

EXPLOTACIÓN DEL CERDO

Sistema extensivo.—Propio de los países pobres, atrasados y poco poblados, donde domina el cultivo *forestal*, las exigencias del mercado son pocas y exiguo el número de cabezas de ganado por unidad de superficie, consiste en mantener las pjaras en el campo la mayor parte del tiempo, para que utilicen las raíces, los granos y las hierbas, realizándose el cebo *en montanera*, es decir, obligando á los cerdos á recorrer los bosques para que recojan la bellota y la castaña que se hacen caer de los árboles golpeando las ramas con largas varas.

Sistema intensivo.—Puesto en práctica en los países adelantados y poblados, donde el mercado demanda cantidades considerables de carne y grasa y obliga á mantener gran número de cabezas por unidad de superficie cultivada, se reduce á tener constantemente á los cerdos en sus respectivas habitaciones, en las que reciben una alimentación apropiada y abundante.

Para que este sistema resulte económico es necesario, ante todo, desenvolver la precocidad, y, al efecto, se elegirán aquellos que desde los primeros días se distinguen por la reducción del esqueleto y el predominio de los tejidos muscular y adiposo, por su apetito extraordinario, por una notable fuerza digestiva y una actividad asimiladora tal, que, con una misma alimentación y en idénticas condiciones de medio, alcancen el mayor peso vivo en la unidad de tiempo.

Racionamiento del ganado de cerda.—En la alimentación

del cerdo deberá tenerse en cuenta que, aun cuando es grande su voracidad, digiera mal la celulosa bruta, y que las grasas no pueden ser substituídas por los hidratos. La tendencia del cerdo á acumular en gran escala la grasa es, sin duda, consecuencia de la necesidad que tiene de consumirla en proporciones notables para reparar las pérdidas de calor que constantemente experimenta por hallarse su piel poco protegida contra la radiación. Y como los principios grasos escasean en los alimentos, conviene utilizar los residuos de las semillas oleaginosas, de los molinos de aceite, siempre que sea posible, para no tener que aumentar considerablemente la proteína en las raciones.

Factores de racionamiento, de Crevat, para cerdos precoces, desde el nacimiento. C² crece desde 0m, 103 á 1m, 340.

De 1 á 20 días de edad:	azúcares,	0,260 kgs.;	proteína,	1,190 kgs.;	grasa,	0,530 kgs.
» 20 á 60	»	»	1,080	»	»	0,800
» 60 á 120	»	»	1,670	»	»	0,580
» 120 á 180	»	»	1,620	»	»	0,530
» 180 á 240	»	»	1,560	»	»	0,560
» 240 á 300	»	»	1,500	»	»	0,560

Los factores de racionamiento para las cerdas son: durante la gestación, 2,200 kilogramos de azúcares, 0,400 kgs. de proteína y 0,100 kgs. de grasa; en la lactancia, 2 kgs. de azúcares, 0,800 kgs. de proteína y 0,250 kgs. de grasa.

Factores de racionamiento para el cebo de cerdos adultos.—C² crece de 1m, 406 á 1m, 819.

1er. período, 30 días;	1,665 kgs. de azúcares;	0,733 kgs. de proteína;	0,250 kgs. de grasa
2.º	» 39 » 1,618 »	» 0,748 »	» 0,250 »
3er.	» 51 » 1,568 »	» 0,748 »	» 0,250 »

GANADO LANAR Y CABRÍO

Ganado lanar.—Constituyen la ganadería lanar todos los individuos pertenecientes á la especie *Ovis aries*, cuyo carácter más distintivo es el de tener el cuerpo cubierto de pelo largo, fino y ondulado, que se denomina lana.

Importancia de la ganadería lanar.—Esta ganadería ha constituido en España, hasta mediados del siglo XVIII, una de sus primeras riquezas, así porque las lanas merinas sólo se producían en la Península, como por lo económico de su explotación, dados los privilegios y franquicias concedidos al ganado lanar por la *legislación mesteña*. Actualmente su interés ha decaído extraordinariamente, ya porque el ganado *merino* se ha extendido

sobremanera, tanto en Europa como en América y Oceanía, y las lanas extranjeras vienen haciendo á las peninsulares una competencia insostenible, ya por haber desaparecido, con la derogación de las leyes de la «Mesta», los privilegios de que disfrutaba, ya porque, con la *desamortización*, se han roturado muchos montes y *dehesas*, de cuyas hierbas se alimentaba.

Razas ovinas y sus variedades.—Las razas ovinas principales y cuyo conocimiento tiene interés, son las siguientes:

1.^a La *Merina*, que se distingue por tener la cabeza grande, con cuernos fuertes y arrollados en espiral, orejas pequeñas y horizontales, talla mediana, extremidades largas, vellón extenso y lana ondulada y finísima. Sus variedades más notables son: las *Españolas*, entre ellas la *Leonesa* y *Segoviana*, la *Electoral* y *Negreti*, en Alemania, y las de *Rambouillet* y *Mauchamp*, en Francia.

2.^a La *Germánica*, caracterizada por tener la cabeza grande y desprovista de cuernos, talla elevada y lana larga, apenas ondulada y basta, comprende las variedades *Leicester* y *Lincoln*, de gran corpulencia, precoces y extraordinariamente aptas para la producción de carne.

3.^a La *Batávica*, cuyos caracteres principales son: cabeza grande, y sin cuernos, orejas cortas y anchas, extremidades de relativa longitud y lana más corta y grosera que la de la raza *Germánica*. La variedad más importante es la de *New-Kent*, precoz y apta para el cebo.

4.^a La *Británica*, de cabeza grande, orejas anchas y caídas, talla elevada, extremidades fuertes y lana larga y lisa, comprende, entre otras, las variedades *Cottswold* y *Cheviot*.

5.^a La *Hibérmica*, de mediana talla, con lana corta y ondulada, comprende las variedades *Southdown*, *Hampshiredown* y *Shropshiredown*.

Reproducción de los óvidos.—El método que debe aplicarse en la reproducción de las razas ovinas es el de *selección*, procurando que los reproductores sean aptos á la vez para la producción de carne y lana.

El celo.—El celo se presenta desde los 6 á los 8 meses en las variedades precoces y desde los 12 en adelante en las tardías. Sólo dura en las ovejas de 24 á 36 horas, cuyo tiempo debe aprovecharse para unir las con el macho, si bien reaparece entre los 15 y 20 días.

La monta tiene lugar en *libertad*, y cada *morueco* puede cubrir

de 50 á 60 ovejas. La época de la misma se regulará de manera que los corderos nazcan en la estación más conveniente, en armonía con el clima, los sistemas de explotación, las exigencias del mercado, etc.

La gestación.—Dura en las ovejas de 142 á 158 días, y todos los cuidados que en el transcurso de la misma reclaman, se reducen á que se eviten, en lo posible, los ataques de los perros, y más aún de los lobos, las marchas largas, las fuertes presiones que, con frecuencia, sufren al salir de los apriscos, á que se las reserven los mejores pastos y se las dé un suplemento alimenticio, si éstos no son suficientes, para el desarrollo máximo del feto.

El parto.—Suele ser normal en las ovejas, y no pocas veces paren en el campo, sin dejar, por eso, de seguir á los rebaños, aunque debieran quedar en el aprisco, y apenas exigen la ayuda del hombre.

La lactancia y el destete.—La lactancia de los corderos deberá durar por lo menos 3 meses, en cuyo tiempo se suministrarán á las ovejas alimentos abundantes y suficientemente ricos en proteína y grasa, sobre todo si se quiere obtener individuos precoces, y en el destete se invertirán 4 ó 5 semanas, substituyendo gradualmente la leche de la madre por substancias nutritivas concentradas y de fácil digestión.

EXPLOTACIÓN DE LAS RAZAS OVINAS

Tres son los sistemas de explotación del ganado lanar: el *transhumante*, el *estante* y el *estabulante*.

Consiste el *transhumante* en hacer pasar á los rebaños de las provincias del Sur á las serranías del Centro, Nordeste y Noroeste de la Península, durante el verano, para que pasten las hierbas de los montes y baldíos, volviendo en el otoño á las primeras.

Este sistema, por extremo económico en los tiempos antiguos, no tanto al presente, tiene los inconvenientes de que las *ovejas* y *carneros* se ven obligados á hacer largas y penosas marchas, en las que se desarrolla excesivamente su aparato locomotor, con perjuicio de la producción de la carne; de que el ganado se halla constantemente expuesto á la intemperie; de que los corderos á duras penas pueden seguir á sus madres, y no pocos mueren durante la transhumancia, de que se pier-

den las deyecciones; de que no es posible ordeñar á las ovejas y de que el ganadero tiene que abandonar completamente su hacienda en manos extrañas.

El sistema *estante* consiste en mantener los ganados dentro del término municipal, llevándolos todos los días á pastar las hierbas de los montes, dehesas, terrenos incultos, *rastrójeras*, etc., ya de dominio privado, ya de aprovechamiento común, pudiendo recibir un suplemento alimenticio en el aprisco.

El sistema *estabulante* consiste en retener al ganado en sus respectivas habitaciones, en las que recibe su alimentación ordinaria.

Este sistema, que representa la explotación intensiva, sólo tiene aplicación en los países muy poblados y ricos, donde los ganaderos cuentan con capitales y en los que el valor de los productos compensa sobradamente los desembolsos hechos.

Mejora—Cuando las lanas se vendían á buenos precios, la producción de la carne tenía poca importancia. En la actualidad, dada la considerable depreciación que han sufrido, la mejora de la ganadería lanar debe tender á desarrollar las dos aptitudes inherentes al tipo específico en las razas ovinas.

Al efecto, es preciso reducir la *estancia*, ya que no sea posible abandonarla por completo, porque las largas jornadas que los rebños tienen que hacer, no sólo perjudican á la producción de la carne y de la grasa, sino que suponen una destrucción estéril de proteína, equivalente á la suma de kilogrametros de trabajo producido, y un consumo inútil de hidratos y grasa.

Aparte esto, el desarrollo de la *precocidad*, que constituye el primer objetivo de toda mejora en los animales de renta, exige la práctica de los procedimientos expuestos en la Zootecnia general.

Racionamiento de los óvidos.—En la determinación de las raciones alimenticias de los óvidos debe tenerse en cuenta que, merced á la complicación de su aparato gastro-intestinal y á su actividad digestiva, pueden consumir los forrajes más groseros. Por otra parte, protegido su cuerpo contra la radiación, no necesitan *quemar* tan gran cantidad de hidratos y grasa como los solípedos. Según Crevat, mientras la ración de *simple entretenimiento* de un caballo de 500 kgs. de peso debe contener 4,500 kgs. de azúcares, 0,285 kgs. de proteína y 0,090 de grasa, la del carnero, para el mismo peso, sería suficiente conteniendo 2,700 kgs. de azúcares, 0,285 kgs. de proteína y 0,051 de grasa.

Pero el ganado lanar no puede someterse á ración de *puro entretenimiento*, dado que es incesante la producción de la lana, y esta exige 600 kilogramos de proteína y 300 de grasa por 1.000 kgs., y que la mayor actividad funcional que supone el trabajo elaborador de la misma determina un consumo de hidratos, proteína y

grasa correlativo de su intensidad. Así, pues, según el mismo, un carnero de 50 kgs. de peso necesita, como ración de entretenimiento productivo, 0,581 kg. de azúcares, 0,061 de proteína y 0,011 de grasa.

Wolff recomienda, para razas de gran talla 0,630 kg. de albúmina, 5,400 kgs. de hidratos y 0,100 de grasa, R=1:9, y para las de pequeña talla 0,750 kgs. de albúmina, 6 kgs. de hidratos y 0,125 kgs. de grasa, R=1:8, por 500 kgs. de peso vivo.

Para una oveja de 50 kgs. propone Crevat la ración siguiente: 0,761 kilogramos de azúcares 0,097 de proteína y 0,015 de grasa, durante la gestación, y en el período de la lactancia la de 1,034 de azúcares, 0,521 de proteína y 0,110 de grasa.

Factores de racionamiento, de Crevat, para corderos precoces. Coeficiente de peso, 100.

1er. período (10 semanas)	0,590 kgs. de azúcares,	0,300 kgs. de proteína,	0,050 kgs. de grasa
2.º " " "	0,970 " "	0,310 " "	0,080 " "
3.º " " "	0,940 " "	0,330 " "	0,080 " "
4.º " " "	0,900 " "	0,350 " "	0,080 " "
5.º " " "	0,870 " "	0,370 " "	0,080 " "
6.º " " "	0,830 " "	0,380 " "	0,080 " "

Ganado cabrío. — La cabra, *Ovis capra*, de Sanson, por su precocidad, por su enorme poder digestivo, que le permite utilizar los forrajes más duros y leñosos, por lo estimados que son los *cabritos*, porque, por unidad de peso y con peores alimentos, da más leche que la vaca y por el crecido interés que produce el exiguo capital que representa, es uno de los animales más útiles, sobre todo en los países pobres y montañosos, y donde abundan los bosques.

Cuanto hemos expuesto acerca del celo, cubrición y parto de la oveja, y respecto de la lactancia y destete de los corderos, tiene aplicación en la cría del ganado cabrío.

CAPÍTULO XI

AVES É INSECTOS ÚTILES

EXPLOTACIÓN DE LAS AVES DOMÉSTICAS

La gallina y su importancia.—Entre las aves que la agricultura explota, la más importante es la gallina (*Gallus gallinaceus*), por su precocidad, por la finura de su carne, por el precio á que se pagan sus productos, porque utiliza numerosas sustancias alimenticias de escaso valor y por el poder fertilizante de la *gallinaza*.

Razas de gallinas.—En España las más importantes son: la *común*, pequeña, sobria, de carne fina y muy ponedora; la *andaluza*, de mayor talla, cuyos huevos, con frecuencia de dos yemas, llegan al peso de 100 gramos; la *moñuda* que se distingue por llevar en la cabeza un penacho de plumas cortas; la *calzada*, cuyos *tarsos* están cubiertos de plumas, y otras.

Entre las extranjeras figuran las francesas de *Crevecœur* y de *Houdan*, de 45 á 50 centímetros de alzada, de 3 á 4 kilogramos de peso, precoces y con *aptitud* para el cebo, y la inglesa de *Dorking*, de notable corpulencia, de esqueleto reducido, de carne fina y de 4 á 4,500 kilogramos de peso.

Alimentación de la gallina.—Aunque la gallina se alimenta de frutos, raíces, hierbas, *aechaduras*, salvado, etc., en la primera edad, y durante la época de la *postura* y del *cebo*, la alimentación deberá ser escogida, predominando en ella los granos ó sus harinas. El sistema de *gusaneras* debe proscribirse, por el

sabor desagradable que los gusanos comunican á la carne y á los huevos, bastándole las *larvas* que encuentra en el campo.

Ración.—La ración de *entretenimiento* de las aves debe contener mayor cantidad de proteína, grasa é hidratos digestibles que la de los herbívoros. La ración de *producción* debe ser proporcional al producto.

Para que las raciones resulten más económicas, conteniendo la cantidad necesaria de proteína y grasa, deben mezclarse las harinas con los residuos de la fabricación de los aceites de semillas.

Como la temperatura en las aves es más elevada que en los mamíferos, y, por consiguiente, más intensas las combustiones fisiológicas, y, dado que, respecto de las mismas, los hidratos no pueden reemplazar totalmente á la grasa, para evitar pérdidas de proteína, creemos deben figurar en las raciones los residuos de las industrias *oleíferas*.

Por eso, y porque la cantidad de albúmina y grasa de las raciones debe ser tanto mayor, por unidad de peso, cuanto más pequeños son los animales, las raciones de las aves deben contener mayor cantidad de estos principios por 100 kilogramos de peso vivo.

Mejora de la gallina.—Las variedades del país pueden mejorarse por medio de la *selección* de los reproductores y de los huevos, sometiendo á los pollos á ración de *precocidad* y alojándolos en habitaciones (gallineros) espaciosas, ventiladas y limpias.

El cruzamiento sólo puede dar resultados cuando las razas son afines y la alimentación y las condiciones higiénicas análogas á aquellas á que estuvieron sometidos los reproductores importados.

Esto mismo puede decirse de la *importación*, como sistema de *mejora*. Pues, en condiciones de medio diferentes, degenerarían los nuevos individuos ó los productos.

Incubación.—Con este nombre se comprende la serie de fenómenos por los que la *célula embrionaria* del huevo, fecundado, se desenvuelve en un nuevo individuo, que, rompiendo la cáscara, sale al exterior en condiciones viables.

Para que estos fenómenos se realicen es necesaria una tem-

peratura de 40°, y el concurso del aire húmedo y puro. La incubación dura 21 días en la gallina.

Incubación natural--Esta tiene lugar bajo la influencia del calor producido por la gallina (*Clueca*), que cubre los huevos con su cuerpo, durante el periodo de la misma.

La incubación natural tiene no pocos inconvenientes. Por este sistema no pueden explotarse las aves domésticas en gran escala, pues una gallina sólo cubre de 15 á 18 huevos, son muchos los que de éstos se pierden y aquélla enflaquece y deja de *poner* durante dos ó tres meses.

Incubación artificial.—Consiste en substituir por el calor artificial el de la gallina, procurando que se realice en las mismas condiciones de medio que la natural.

Las antiguas *hidro-incubadoras* tenían el inconveniente de que era preciso vigilarlas y renovar con frecuencia el agua caliente para que la temperatura fuese constante en la cámara de los huevos, y, aun así, esto era punto menos que imposible.

Este inconveniente se ha obviado en las *incubadoras automáticas*, entre las que merece recomendarse la de Claparols, de Barcelona, en la que los huevos reciben el calor por su parte superior como en la *incubación natural*, y de un depósito de agua calentado por un termosifón mediante una lámpara colocada á uno de los costados de la incubadora. La temperatura se regula por un *termostato*, y el aire se renueva por medio de ventiladores. Los huevos se mantienen suficientemente húmedos á expensas del vapor desprendido de un plato con arena mojada dispuesto debajo de los mismos.

Nacidos los pollos, se les hace pasar á la *criadora artificial*, del mismo inventor, cámara artificialmente calentada, donde permanecen hasta que pueden vivir al aire libre, saliendo y entrando en ella á voluntad.

Cebo de las aves.—Las aves se *ceban* sometiéndolas á una alimentación escogida y abundante.

El *cebo* puede ser *natural* y *artificial*. El primero consiste en dejarlas consumir á voluntad los alimentos que se las suministra, instaladas en locales ventilados, oscuros, relativamente húmedos, dado que el vapor acuoso del aire favorece la fijación de la grasa, templados en invierno y frescos en verano.

El *cebo artificial* se lleva á cabo introduciendo los alimentos en el *buche*, ya á mano, ya con *cebadoras* mecánicas.

La alimentación que para el cebo de las aves se recomienda, consistente en pastas de harinas, resulta excesivamente cara, porque siendo éstas pobres en grasa, la mayor parte de la que ha de depositarse en los tejidos tiene que producirse á expensas de la desintegración de la proteína de las mismas. Por eso, creemos que sería más económico reemplazar parte de las substancias protéicas de la ración por materias grasas, utilizando los residuos de la industria oleífera.

INDUSTRIA DEL GUSANO DE LA SEDA

El gusano de la seda.—Es un insecto del orden de los *Lepidópteros*, familia de los *Bombicidos*, género *Bombyx* y especie *mori*. Originario de la China, se cree fué importado en Europa, en tiempo de Justiniano, por unos frailes que desembarcaron en Constantinopla, donde se explotó por primera vez, y que fué traído á la Península por los árabes.

Estado de su explotación.—La industria de la seda, tan floreciente durante la dominación árabe y que hasta fines del siglo XVIII constituyó una de nuestras primeras riquezas, está á punto de desaparecer, pues el poco *capullo* que hoy se produce se exporta á Francia, que nos devuelve la seda en toda clase de manufacturas. El renacimiento de esta industria va haciéndose imposible por la competencia que la *seda natural* encuentra en la *artificial*.

Obtención del gusano.—La *oruga* del *B. mori* se consigue de la llamada *semilla*, (huevos de la última postura). Al efecto, y para *avirlarla*, se dispone en cajitas agujereadas superiormente, ó en cestos, sobre los que se colocan tamices con hojas de morera, cuando comienzan á nacer los gusanos. Unas ú otros se introducen en cajones ó armarios con cierre de cristales, para vigilar el interior, y en ellos se eleva la temperatura gradualmente de 16 á 24°, por medio del vapor, en los 9 días que, generalmente, dura la *incubación*. Esta no debe comenzar hasta que haya aparecido la hoja en la morera.

Cría del gusano.—Esta debe hacerse en locales espaciosos (*obradores*), de paredes enlucidas, bien ventilados, expuestos al Este, con ventanas cerca del techo, para renovar el aire sin

exponer á las orugas á corrientes y enfriamientos, que son funes-
tísimos.

Los gusanos se ponen en hojas de papel, sobre *andamios* ó *zarzos*, dispuestos de modo que con facilidad puedan substituirse por otros, á los que pasen las orugas, cuando haya de hacerse la limpieza, que deberá ser diaria y esmerada.

Edades ó mudas.—Durante su vida de oruga, el gusano de la seda experimenta 4 cambios de piel, llamados *mudas* ó *dormidas*, que se suceden con intervalos de 6 á 7 días, y cuyos pe-
riodos se denominan *edades*.

En la primera edad la alimentación consistirá en hoja tierna de morera dividida, que no esté mojada ni humedecida por el rocío, para evitar la *hidropesía* del gusano, al que se le dará cuatro veces por día.

La temperatura del local no deberá ser inferior á 19° ni superior á 24, acudiendo para ello, si es necesario, á la calefacción por medio del vapor, con su correspondiente tubería. Durante las mudas conviene bajar algo la temperatura y el grado de humedad del obrador.

La alimentación deberá ir aumentando de una á otra *dormida*, y sobre todo después de la última, en que la voracidad de la oruga es extraordinaria.

Embojado.—Al fin de la quinta edad, (*fresa mayor*), 5 ó 6 días después de la cuarta muda, el gusano pierde el apetito, y se le ve marchar con la cabeza levantada en busca de sitio á propósito para *hilar el capullo*. Entonces debe procederse al *embojado*, que consiste en colocar sobre los zarzos matas ó ramas, como romero, espliego, retama, etc., para que el insecto forme el capullo, en cuyo interior pasa por el estado de *crisálida*. Al cabo de nueve ó diez días queda aquél terminado, y transcurridos otros tres ó cuatro se recoge, para verificar el *ahogado*, sumergiéndolo en agua hirviendo, para matar la crisálida, ó sometiéndolo á la acción del vapor á 100°.

Para reproducir el insecto, y obtener *semilla* para el año siguiente, se eligen los mejores capullos, de los que, avivados por el calor, salen las *mariposas*. Las hembras, fecundadas por los machos, verifican la postura sobre lienzo, dispuestos al efecto, que se recogen y se guardan en lugar seco y fresco.

EXPLOTACIÓN DE LA ABEJA

La abeja.— Es un insecto del orden de los *Himenópteros*, familia de los *Apidos*, género *Apis* y especie *mellifica*.

Cuando la *cera* y la *miel* se pagaban á precios elevados, los *colmenares* dejaban pingües ganancias á los agricultores. Actualmente esta industria ha perdido gran parte de su antigua importancia, substituída la miel por el azúcar y la cera por el *ácido esteárico*, la *parafina*, y aun la luz eléctrica, en el alumbrado de las iglesias.

Formación de la colonia.—En la especie *Apis mellifica* se conocen tres clases de individuos; la hembra fecunda (*reina*), encargada de reproducirla, los machos (*zánganos*), que no tienen otra misión que la de fecundar á la hembra, y las *neutras* ú *obreras*, que son las que trabajan y producen la cera y la miel. Estas tres suertes de individuos viven asociados bajo la dirección y jefatura de la *reina*, á la que obedecen y siguen, formando una colonia (*enjambre*), que, con frecuencia, se compone de 40.000 obreras y 800 ó 1.000 zánganos, cuya vida es muy corta, pues constituyendo una carga pesada para la asociación, los matan las abejas á fin del verano.

Las colmenas.—Son las habitaciones donde vive, trabaja y se reproduce cada colonia, y consisten en vasos de corcho, de mimbres ó barillas flexibles, embadurnados exteriormente, y de madera, de un solo cuerpo, ó de varios superpuestos que pueden separarse, colmena de *alsas*. Cada una lleva una pequeña abertura, la *piquera*, por la que entran y salen las abejas.

Los *colmenares* son los sitios en que se colocan las colmenas. á veces reducidos á un muro de poca altura, en el que descansan éstas, expuesto al Mediodía y resguardado, natural ó artificialmente, por el Norte. En Aragón los colmenares son casitas, en las que, y en la pared que dá al Sur, se construyen dos, tres, ó más series de nichos de madera ó de ladrillos enlucidos, en cada uno de los cuales vive un enjambre.

Trabajo de las obreras.—Después de barnizar interiormente la colmena y cerrar todas las rendijas con una substancia resinosa llamada *própolis*, construyen el *panal*, formado por numerosas celdillas exagonales, dispuestas en dos series, adosadas de

modo que el tabique de separación representa la pared de las dos que se hallan enfrente, economizando así el espacio y el trabajo. Los panales quedan suspendidos del techo, ó de los travesaños colocados en las colmenas, verticalmente y paralelos, dejando entre sí el espacio necesario para el paso de las obreras. Las paredes de los alvéolos son de cera, que la abeja elabora con las substancias grasas de las flores, y una vez llenos de miel, fabricada con el nectar de las mismas, la obrera los cierra con una capa de cera ligerísima. Los panales destinados á la postura é incubación de los huevos, son distintos.

Reproducción de la abeja.—La reproducción de la especie *Apis mellifica* es partenogénica especial. La reina sólo se une una vez en su vida con el macho, y conserva el líquido espermático en una vesícula, *espermateca*, que se abre, por presión, y fecunda el huevo á voluntad de la hembra. Lo extraordinario es que para la génesis de los machos no hace falta el *espermatozoide* y sí para engendrar hembras. Por eso, la reina pone los huevos que han de producir machos en los grandes alvéolos, cuyas paredes no ejercen sobre su abdómen la presión necesaria para la apertura de la espermateca. Avivado el huevo, nace la *larva*, generalmente, á los tres días, transformándose en el interior del alvéolo, alimentada por las obreras, en *ninfa é insecto perfecto*. Cada generación va acompañada de una *nueva reina*, y no pudiendo haber dos en una colonia, ésta emigra llevándose al enjambre. Por eso, el colmenero debe recogerlo antes de que esté suceda.

Cuidados y castración de las colmenas.—Consisten en resguardar á las abejas del calor y del frío excesivos, procurarlas el agua necesaria, cuando no se encuentre cerca del colmenar, y alguna alimentación en el invierno, siendo la mejor la clara de huevo mezclada con miel ó azúcar, y en reparar y limpiar las colmenas.

La *castración* se reduce á cortar los panales, operación que se lleva á cabo en primavera y otoño, quitando á la colmena solamente los *panales de miel* que estén llenos.

LA TÉCNICA INDUSTRIAL

CAPÍTULO XII

PRELIMINARES.—LA METALURGIA

La Técnica industrial.—La Técnica ó Tecnología industrial, de *tecne, arte y logos, tratado*, comprende los conocimientos que tienen aplicación á las diversas ramas de la *industria humana*.

Industria.—Industria, de *indu, dentro y struo*, fabricar, es toda fabricación ó *producción* de un objeto útil, con una *substancia preexistente*, natural ó artificial. Esta substancia se llama *primera materia* de la industria, y el objeto obtenido, *producto industrial*; agrícola, pecuario, fabril, químico, etc.

Como, con la aplicación de la ley de la división del trabajo, hay industrias que se limitan á extraer ó á producir las primeras materias de ulteriores fabricaciones, por *industria* debe entenderse toda rama del trabajo humano que tiene por objeto obtener *primeras materias* ó transformarlas en *productos*.

Clasificación de las industrias.—Divídense las industrias en *agrícola*, que obtiene de la tierra las substancias vegetales, *pecuaria*, que se ocupa de la producción de los animales útiles, *extractiva*, que separa de la parte superior del globo las especies minerales que pueden *beneficiarse*, y *fabril*, que transforma estas primeras materias en productos alimenticios ó industriales. A la que algunos economistas llaman *industria mercantil*, no la consideramos como tal, dado que, en realidad, el *comercio* nada *produce*, puesto que se limita á *cambiar* los productos, y no pocas veces con *perjuicio* para *productores y consumidores*.

Importancia de las industrias.—Las industrias proporcionan al hombre los objetos más necesarios y útiles, como los alimentos, los vestidos, los muebles, los materiales de construcción, las herramientas y máquinas de todas clases, los utensilios de cocina, el vidrio, la loza, el jabón y otros tantos productos, sin los que la vida se haría por extremo difícil. Por eso, el bienestar y la riqueza de los pueblos dependen del desarrollo de sus industrias, agrícola, pecuaria, extractiva y fabril.

LA METALURGIA

La metalurgia.—La metalurgia, de *metallon* metal, y *ergon*, trabajo, es la *industria de los metales*, ó la ciencia que comprende los conocimientos *técnicos* cuya aplicación permite obtener los metales en estado tal de pureza que sean aceptados por el mercado.

Importancia de la metalurgia.—Esta rama de la industria humana, cuya antigüedad se remonta á los tiempos prehistóricos, puesto que los metales eran ya conocidos en la edad de la *pedra tallada*, ha adquirido tal desarrollo, merced á las numerosísimas aplicaciones que tienen los productos metalúrgicos, que bien puede considerarse como una de las más importantes. De su importancia puede juzgarse por el hecho de que los metales que anualmente se obtienen representan un valor de más de 8.000.000.000 de francos.

Las menas.—Las *primeras materias* en la industria metalúrgica se conocen con el nombre de *menas*, y son las especies minerales que contienen los metales en tal forma y proporción que su *tratamiento* resulte económico.

Las menas nunca constituyen especies minerales *puras* ó compuestos químicos definidos, sino que van acompañadas de materias extrañas que forman la *ganga*; el cuarzo y la arcilla en los minerales de hierro, el sulfato bórico y el espató fluor en los de plomo, etc.

Preparación de las menas.—Las gangas no sólo están constituidas por materias inútiles, sino que son un verdadero *estorbo* en las operaciones metalúrgicas; por eso, conviene separarlas, en cuanto es posible, de los minerales que han de *beneficiarse*.

Este es el objeto de la *preparación* de los mismos, que puede ser *mecánica* ó *química*. La primera consiste en el *apartado*, la trituración, la molienda, el cribado y el lavado, y la segunda en la *tostación* ó *calcinación*, descomponiendo por medio del calor las menas, de las que se eliminan ciertos cuerpos, combinados en ellas con los metales; el anhídrido carbonico en el *hierro espático*, el azufre y el arsénico en el *cobre piritoso*, etc.

Tratamiento de los minerales. — Con este nombre se comprenden las operaciones industriales por las que se obtienen de las menas los metales que en ellas se encuentran, en el estado de pureza exigido por el consumo. El tratamiento puede ser *metalúrgico electro-metalúrgico* ó *electro-térmico* y *electrolítico*.

El *tratamiento metalúrgico* es el procedimiento por el que, mediante el calor *producido por la combustión*, se separan los metales de los cuerpos á que están unidos, y comprende la *reducción* y la *oxidación*.

La *reducción* es la operación por la que se separan de los metales el oxígeno, el azufre, el arsénico, etc., con los que estaban combinados en las menas, y la *oxidación* es el fenómeno por el que el oxígeno se combina con los metales ó los cuerpos que de ellos han de eliminarse. La *reducción* va acompañada de un consumo de calor, que pasa al estado *latente* ó que se gasta en realizar el *trabajo* de separación del oxígeno, del azufre, etc., y no se realiza sino á temperaturas elevadas, y la *oxidación* produce una cantidad equivalente de calor.

Muchas veces la *reducción* no se opera sin la presencia de agentes que tengan afinidad con el cuerpo eliminable, ó que desarrollen al combinarse con el mayor número de calorías, *reductores*, como sucede con la obtención del hierro de sus óxidos.

Los principales agentes reductores son: el carbono, el óxido de carbono y el hidrógeno; obrando á veces como tales el silicio, el fósforo, el manganeso, el aluminio y el hierro, y en los *hornos altos* los cianuros.

El carbono es el más enérgico de los agentes reductores á temperaturas elevadas, mientras el óxido de carbono lo es á temperaturas relativamente bajas, pues el anhídrido carbónico comienza á disociarse á 1.200°. Lo mismo sucede con el hidrógeno, dado que la descomposición del vapor de agua empieza á 1.000°.

La temperatura necesaria en las operaciones metalúrgicas se obtiene mediante la *combustión* ó la *oxidación* de ciertos cuer-

pos, como el carbono, el óxido de carbono y el hidrógeno. Un kilogramo de carbono, oxidándose para dar lugar al anhídrido carbónico, produce 8.000 calorías, uno de óxido de carbono 2.400 y uno de hidrógeno 28.700 ó 34.400, según que dé origen al agua en vapor ó al estado líquido.

Los combustibles empleados en la metalurgia pueden ser sólidos, como el carbón vegetal, la hulla, el cok, etc., y gaseosos, como el óxido de carbono, el hidrógeno y los carburos de hidrógeno.

Procedimientos electro-metalúrgicos.—Estos sólo difieren de los anteriores en que la temperatura á que los minerales han de someterse para obtener el metal no procede la combustión, sino de la transformación de la energía eléctrica en calorífica, y, por consiguiente, son procedimientos *electrotérmicos*. Por ellos se consiguen temperaturas mucho más elevadas que las obtenidas en la combustión, y las descomposiciones ó reducciones de los compuestos metálicos se producen con rapidez, y están llamados á reemplazar á los procedimientos metalúrgicos ordinarios. Hoy se utilizan ya para la obtención de las aleaciones, y sobre todo de los bronces de aluminio.

Procedimientos electrolíticos.—Se diferencian de los electrotérmicos en que la separación de los metales se opera directamente por la energía eléctrica, sin que ésta pase por la forma calorífica.

Si en una disolución de cloruro de magnesio ó en un *baño* de fluoruro de aluminio se introducen dos hilos metálicos, y se ponen en comunicación con los reóforos de un generador eléctrico, estas sales serán descompuestas por la corriente, y los metales se dirigirán al *polo negativo* y el cloro y el fluor al *positivo*. Este hecho se denomina *electrolisis*, los hilos por los que entra y sale la corriente *electrodos*, *anodo* el positivo y *catodo* el negativo, y el cuerpo descompuesto por ella *electrolito*.

La electrolisis se aplica hoy en gran escala á la obtención del sodio, del potasio, del magnesio, y sobre todo del aluminio, y en la afinación del cobre, el plomo y otros metales, y se cree que ha de vencer á todos los procedimientos metalúrgicos en la lucha que ya ha entablado con algunos.

LA SIDERURGIA

La siderurgia.—La siderurgia, de *sideros*, hierro, y *ergon*, trabajo, es la industria de este metal, ó la rama de la metalurgia que se ocupa del estudio de los procedimientos de obtención del *hierro comercial* en sus diferentes formas.

Su importancia.—Es extraordinaria; debida á las numerosas aplicaciones del hierro y del acero, y al gran consumo que de ellos se hace. Sólo el valor de la *fundición* que anualmente se produce, es superior al de todos los demás metales juntos, incluso el oro.

El hierro.—Es un metal gris claro, con brillo intenso, cuando es puro, gris azulado el del comercio, dúctil y maleable, que se funde á 1.500°, y entre 1.100 y 1.400 combinado con el carbono, que se ablanda y se suelda consigo mismo á 900°, que se oxida al aire húmedo, alterándose profundamente, si no se recubre con una pintura, ó con una ligera capa de zinc, hierro *galvanizado*, ó estaño, y es el más tenaz de todos los metales.

Sus aplicaciones.—El hierro, en virtud de lo elevado de su punto de fusión, de su ductilidad, maleabilidad y tenacidad, es el metal que tiene más aplicaciones. Los motores hidráulicos, las máquinas de vapor, los rails de las vías férreas, las ruedas y ejes de los carruajes, los cascos de los buques, las máquinas de las industrias, los instrumentos agrícolas, las armas de fuego, etc., se fabrican con el hierro ó con el acero. Su importancia es tal, que si llegase á desaparecer antes de que otro metal le substituyera, la vida sería por extremo difícil.

Minerales de hierro.—Aunque las combinaciones del hierro en la naturaleza son numerosas, los minerales explotables son: el *hierro oxidulado* ó *magnetita*, la *hematites roja*, ó sesquióxido de hierro anhidro, la *hematites parda* ó sesquióxido hidratado, el *hierro espático* ó carbonato y la *pirita* ó bisulfuro.

Entre los numerosos yacimientos de minerales de hierro de España, figuran, como los más importantes, los de Vizcaya. La zona minera de esta provincia comprende una extensión de 24 kilómetros de longitud de N. O. á S. E., con una anchura media de 6 kilómetros, entre *Somorrostro* y *Galdames*, que constituyen las prin-

cipales manchas ferríferas, apoyadas en las areniscas del terreno cretáceo inferior.

En Somorrostro hay dos grandes masas de mineral. Una oriental, la de Triano, que comprende 3.800 metros, con una anchura máxima de 1.300 metros y potencia de más de 30, y otra occidental, la de *Matamoros*, que tiene una longitud de 2.000 metros, con anchura variable y máxima de 800 y potencia que llega á 70 en algunos sitios de la Orconera.

La masa de Galdames ocupa una superficie de 1.000 metros de longitud por 200 de anchura máxima. Siguen á ésta la del *Regato*, al S. O. de Matamoros, la de *Iturrigorri*, á poca distancia al S. O. de Bilbao, y las de *Miracilla*, *Ollargan* y el *Morro*, en las proximidades de la población y en las márgenes del Nervión, á la izquierda, aguas abajo, las dos primeras y á la derecha la última.

Los minerales de Somorrostro, y en general de Vizcaya, son: la *vena*, hematites roja, muy oscura, compacta, terrosa, con escasa ganga de arcilla, el más puro de todos, y el único que se explotaba para las ferrerías, con 58 á 65 por 100 de hierro; el *campanil*, hematites roja, más compacta, cristalina y sonora, con poca ganga de espato calizo y sílice, y ley de 55 á 58; y el *rubio*, hematites parda, con ganga silícea y ley de 52 á 58. Existe también el *carbonato*, hierro espático, con ganga caliza y ley de 42 á 48, en crudo, elevándose por la calcinación de 60 á 65.

Continuación de los yacimientos de Somorrostro son los de *Setares*, en Castro-Urdiales, cuya riqueza es tal, que después de muchos años de explotación, sus acciones, de 500 pesetas, se pagan á 6.000.

En Santander existen otras muchas minas, pero más pobres, cuyas tierras contienen de 12 á 50 por 100 de mineral.

En Asturias hay numerosos yacimientos de hematites, en el terreno devoniano, con una riqueza de 45 á 48 por 100 los mejores.

En *Sierra Alhamilla* (Almería) hay importantes criaderos de hematites parda, con escasa ganga caliza, 50 á 60 por 100 de hierro y 3 á 4 de manganeso, y en *Sierra Almagro* otro de hematites roja, menos importante.

En la de Sevilla está el gran criadero del *Cerro del Hierro*, en San Nicolás del Puerto, constituido, principalmente, por el hierro oligisto micáceo, con ley de 69 por 100. Son también importantes los criaderos del *Pedroso*, en la *Sierra del Agua*, en la misma provincia.

Los yacimientos de la *Sierra de Córdoba*, de la de *Cartagena* y *Sierra Menera* (Teruel), tienen, asimismo, importancia no pequeña.

Se explotan anualmente en la Península más de 6.500.000 toneladas de mineral de hierro, de las que corresponden á Vizcaya 4.500.000.

OBTENCIÓN DEL HIERRO POR SOLDAJE

El hierro se extrae de las menas por el método *directo* ó por *soldaje* y por el método *indirecto* ó por *fusión*.

Método directo.—Consiste en separar el hierro directamente de los minerales oxidados, á una temperatura inferior al punto de fusión; y está basado en el fenómeno denominado *soldaje*, por el que dos ó más masas de hierro ablandadas por el calor, á temperaturas superiores á 900°, y puestas en contacto, se unen íntimamente, formando un solo cuerpo.

Este procedimiento es conocido con el nombre de *método catalán* ó de las *forjas catalanas*, *ferrerías* en Vizcaya

La forja catalana.—Es un crisol rectangular de poca altura, de piedras refractarias, construido sobre un macizo de mampostería, ó de escorias unidas con arcilla, en una de cuyas paredes hay un orificio, interiormente revestido de una espesa hoja de cobre (*tobera*), por el que penetra el cañón del fuelle ó máquina soplante, que ha de inyectar el aire necesario á la combustión. En la pared anterior hay una abertura, que se cierra durante el trabajo, destinada á dar salida á las escorias.

Como el silicio, el azufre, el fósforo, y sobre todo el arsénico, dificultan el soldaje del hierro, éste sólo puede obtenerse, por el método directo, de los minerales ricos y puros, y el único que se beneficiaba en Vizcaya era la *venz*.

Triturado y cribado el mineral, se procede á la carga del horno, llenando la mitad anterior, del lado de la *tobera*, de carbón vegetal, y la otra mitad de *vena*, una vez encendido aquél.

Avivado el fuego por la inyección del aire, el óxido de carbono producido en la combustión del carbón reduce el mineral, apoderándose de su oxígeno para pasar á anhídrido carbónico, y las partículas de metal se aglutinan ó reúnen en una masa esponjosa que se extrae del crisol. La arcilla de la ganga se combina con parte del hierro, formando un silicato aluminico ferroso, que es la escoria.

Inconvenientes de este método.—Los principales inconvenientes de este procedimiento son: que por él sólo pueden beneficiarse minerales ricos y puros, que se pierde en la escoria la tercera

parte del metal, que es pequeña la cantidad de hierro que se obtiene en cada operación, que éste conserva cierta cantidad de escoria y que resulta á un precio muy elevado.

El hierro obtenido por el método directo se somete, á la temperatura del *rojo*, á la acción del martillo ó de un *martinete*, para desalojar la escoria de su masa.

Para mejorar las condiciones mecánicas del hierro, y hacerlo homogéneo, elástico y tenaz, ya se obtenga por soldaje ya por fusión, se le somete al *recocido* y al *laminado*, elevando su temperatura al *rojo* y haciéndole pasar entre cilindros de acero, *laminadores*, que lo comprimen y estiran.

Cuando los laminadores constan de varios juegos ó pares de cilindros unidos, se llaman *trenes de laminar*, y si los cilindros están dispuestos de modo que puedan aproximarse, para obtener planchas ó barras de diferentes espesores, se denominan *trenes universales*.

OBTENCIÓN DEL HIERRO POR FUSIÓN

Método indirecto.- Este procedimiento consiste en hacer pasar al metal de los minerales ferríferos por el estado de *fundición*, que, más tarde, se transforma en hierro *dulce*.

Las fundiciones.— Toda fundición no es otra cosa que el hierro carburado, con cierta cantidad de silicio; á veces contiene también azúfre, fósforo y manganeso. Es más dura y menos dúctil y maleable que el hierro.

Las principales fundiciones son la *blanca* y la *gris*.

La *fundición blanca* es argentina, laminar, dura y quebradiza; no se puede limar ni taladrar, se funde entre 1.050 y 1.100 grados y el carbono se encuentra en ella en combinación ó al estado de *carburo*. Se emplea para la obtención del hierro y del acero.

Cuando la fractura es marcadamente laminar, presentando facetas con brillo intenso, debido á la reflexión de la luz, á semejanza de los espejos, se denomina *especular*. (Spiegeleisen).

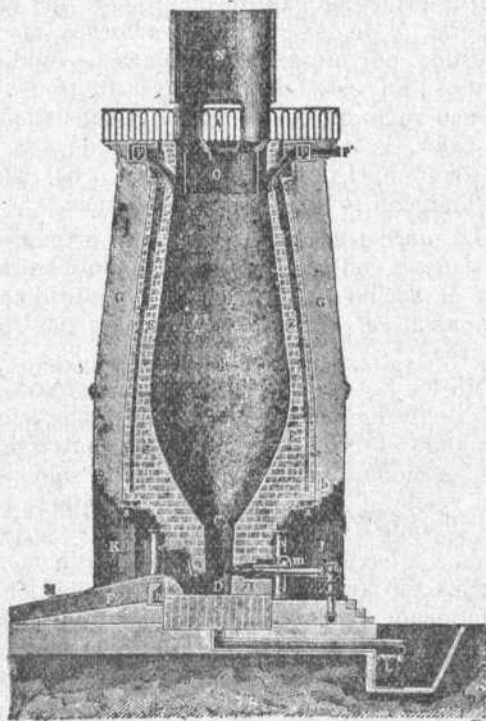
Cuando contiene de 25 á 80 por 100 de manganeso, pierde su aspecto laminar y se torna compacta, de grano fino y de color blanco amarillento, y se llama *ferro-manganeso*.

La *fundición gris* es de color gris más ó menos obscuro, de-

bido á la separación del carbono al estado de *grafito*, rica en silicio, que desaloja al carbono de su combinación con el hierro, menos quebradiza y dura que la blanca y que se funde entre 1.100 y 1.200°. Se emplea, principalmente para el moldeado.

Cuando contiene de 5 á 16 por 100 de silicio y menos de 1 por 100 de carbono, se denomina *ferrósilicio*. Se utiliza para desoxidar el hierro y el acero, ó para aumentar el silicio de las fundiciones moldeables.

Las fundiciones se obtienen por el procedimiento llamado de los *hornos altos*.



Horno alto

Hornos altos.—Los hornos de esta clase, llamados así por su gran elevación, afectan la forma de dos troncos de cono desiguales, unidos por sus bases mayores. El superior, cuya sección va disminuyendo insensiblemente, constituye la *cuba*, y el inferior, de menor altura, cuya sección se estrecha bruscamente de arriba abajo, comprende los llamados *etalajes*. La porción inferior, á partir de éstos, denominada *obra* ó *labor*, notablemente reducida, lleva las aberturas en que penetran las *toberas*, en número de 3, 5 ó 7, y se apoya en el *crisol*, que representa el fondo del horno y es el depósito en que se reúne la fundición.

El cuerpo de los altos hornos es de fábrica de ladrillo refractario, de 60 á 80 centímetros de espesor, que forma la llamada *camisa*, protegida exteriormente por una gruesa pared de mampostería ó de sillería. En los hornos modernos la *camisa* está revestida, por fuera, de una placa de fundición, siendo doble en algunos. En este caso, entre la interior y la exterior queda un espacio vacío que se rellena con sustancias malas conductoras del calor. La fábrica que corresponde á la *cuba* descansa sobre un sólido macizo de mampostería ó de sillarejo, ó sobre coronas de fundición sostenidas por columnas.

La *labor* y el *crisol*, expuestos á temperaturas muy altas, se construyen con materiales sumamente refractarios, recomendándose el ladrillo de grafito y koc ó de dolomia ó magnesia, calcinadas al *rojo blanco* y mezcladas con una pequeña cantidad de brea.

En los hornos llamados de *pecho abierto*, el *crisol* avanza hacia el exterior por uno de sus costados, separándose de la *obra*, formando el *ante crisol*. La pared anterior de éste, que cierra el *crisol* á modo de dique, á veces un solo sillar, ó placa de fundición, recibe el nombre de *dama*, y sobre ella, cuya cara lateral está cortada en plano inclinado, corre la escoria cuando se la da salida. La parte inferior de la *obra* que corresponde á la *dama* termina en bóveda rebajada, protegida por una plancha angular de fundición, de hierro, y se llama la *timpa*. Entre ambas queda un espacio vacío por el que se hace salir la escoria. A la altura del fondo del *crisol* está el orificio del *colado*, que se cierra con arcilla refractaria durante el trabajo.

Preparación de las menas y de los lechos de fusión.—La preparación de los minerales de hierro puede ser mecánica ó química, según su naturaleza. Las hematites se lavan, cuando van acompañadas de gran cantidad de arcilla, y se trituran, para facilitar la acción del calor y de los cuerpos reductores, habiendo demostrado la práctica que los fragmentos de mineral no deben ser menores de 6 centímetros de diámetro para los grandes hornos, ni de 3 para los pequeños, si los gases han de circular convenientemente á través de las *cargas*. El *hierro espático* se calcina, para eliminar el carbono, al estado de anhídrido carbónico, y el azufre, bajo la forma de anhídrido sulfuroso, convertir el mineral en sesquióxido, de más fácil reducción, y, sobre todo, para enriquecerlo y hacer más económico su transporte. Por eso,

en Vizcaya al pie de las minas de *carbonato* se ven siempre hornos de *cuba de tiro natural*.

La *pirita* no puede beneficiarse sin calcinarla fuertemente, para separar el azufre, ya al estado de vapor, si se quiere obtener este cuerpo, ya bajo la forma de anhídrido sulfuroso, si se destina á la fabricación del ácido sulfúrico.

Los *lechos de fusión* se preparan calculando la cantidad de los diversos minerales y fundentes que deben mezclarse, teniendo en cuenta la composición de las menas, la fundición que haya de obtenerse y la naturaleza de las gangas. Los fundentes que, generalmente, se emplean son el carbonato cálcico, cuando la ganga es arcillosa y los minerales sulfurosos y fosforosos, y la arcilla, cuando la ganga es calcárea.

Marcha de un horno alto.—Para poner en marcha un horno de esta clase, se comienza por desecarlo y calentarlo, á fuego moderado, empleando en estas operaciones de dos á cuatro semanas. Hecho esto, se procede á *encender* y *cargar* el horno, llenando el crisol de leña y el resto de cok hasta la mitad de la cuba; se adicionan las cargas de mineral y fundente, alternando con lechos de cok, se prende fuego á la leña y se inyecta aire en las toberas á baja presión.

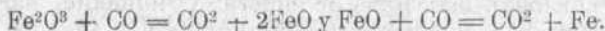
En los hornos de *recuperación* se emplea el aire caliente, y, al efecto, se hacen pasar por cámaras rellenas de ladrillos apilados, alternativamente, los gases calientes del horno alto y el aire. Por este procedimiento se economiza un 10 por 100 de combustible y se eleva sobremanera la temperatura del horno.

Fenómenos que se producen en un horno en marcha.—Para estudiar los fenómenos que tienen lugar en un horno alto en *marcha* y sus resultados, conviene considerarlo dividido en varias zonas ó regiones, dado que son diferentes los que en cada una se realizan: la *zona de evaporación*, á poca distancia de la gola ó boca, en la que los minerales, los fundentes y el combustible pierden su agua de *imbibición* ó de *hidratación*, y cuya temperatura oscila entre 200 y 400°; la de *calcinación*, en la que el hierro espático, cuando se emplea *crudo*, y la *castina*, se descomponen, con desprendimiento de anhídrido carbónico, siendo su temperatura de 800°; la de *reducción*, en que el sesquióxido de hierro se reduce á metal, bajo la acción desoxidante del óxido de carbono, desde la temperatura de 900° en adelante; la de *carburation*, en que el hierro se combina con el carbono, pasan-

do al estado de carburo; la de fusión, que puede confundirse con la anterior, entre el *vientre* y la parte superior de la *obra*, cuya temperatura varía entre 1.100 y 1.400°, en la que, á la vez que el hierro pasa al estado de *fundición*, se opera la *escorificación* de la ganga, y la de *combustión*, á la altura de las *toberas*, en la cual la temperatura se eleva desde 1.500 á 2.000°, en los grandes hornos, en *marcha rápida* y en *fundición gris* ó *ferro-silicio*.

Aunque la reducción del mineral de hierro pueda comenzar desde 300°, no llega á ser completa hasta los 900, dado que éste no pasa al estado metálico á temperaturas inferiores.

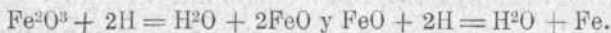
Entre 900 y 1.200° los agentes reductores del sesquióxido de hierro son el óxido de carbono, procedente de la combustión del carbón, y el hidrógeno, resultante de la descomposición del vapor de agua del aire inyectado, dado que el anhídrido carbónico y el vapor acuoso comienzan á disociarse á esa última temperatura. Según Akerman, á 380° el óxido de carbono reduce el sesquióxido de hierro á protóxido y á éste á metal deste 900, conforme á las ecuaciones:



El anhídrido carbónico se reduce á óxido de carbono, en presencia de nuevas cantidades de carbón incandescente, que obra nuevamente como reductor.

A temperaturas superiores á 1.200°, el agente reductor es el carbono.

La reducción por el hidrógeno, á bajas temperaturas, tiene lugar conforme á las ecuaciones:



A la temperatura propia de la zona de combustión, el nitrógeno del aire se combina con el carbono, para producir el cianógeno, y éste con los metales sodio y potasio de las cenizas, dando lugar á cianuros, que obran también como reductores.

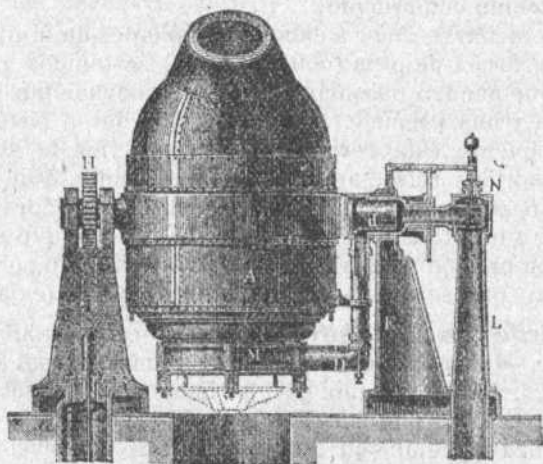
Entre 1.100 y 1.200° el silicato de alúmina de la ganga forma con el óxido de calcio del fundente un silicato doble aluminico cálcico, que es la escoria.

Lleno de fundición el crisol, y eliminada la escoria, se abre el orificio del *colado* y se hace correr la fundición entre moldes de arena, en los que se enfría, obteniéndose el *lingote*.

Segunda fusión.—La fundición obtenida en los altos hornos no puede destinarse á la fabricación del hierro dulce ni aun al moldeado, sin eliminar una parte de las impurezas que contiene.

Al efecto, se somete á una segunda fusión, ya en *crisoles* de arcilla refractaria, que se calientan en hornos de cuba de poca altura, ya en hornos de cuba de suelo de fundición, provistos de un ante crisol exterior en el que se reúne el metal fundido, ya en hornos de reverbero, que es el procedimiento más económico, empleando como combustible la hulla.

El horno de reverbero es una galería abovedada en la que el hogar está separado de la *plaza* ó *laboratorio* por medio de un pequeño muro llamado *punte* que se opone á que la llama y la fundición se pongan en contacto.



Convertidor Bessemer

Afinado de la fundición.—La conversión de la fundición en hierro dulce, que antes se realizaba en hornos bajos, se lleva á cabo por el *pudelage* ó por los procedimientos *Bessemer* y *Martin*.

Pudelage.—El pudelage es la *afinación* en hornos de reverbero, de suelo de fundición, dispuestos de modo que pueda ser enfriado por medio de una corriente de agua, y guarnecido de escoria ferruginosa, empleando la hulla como combustible.

Caliente el horno, se carga la fundición, siendo la más á propósito para el *pudelado* la blanca, rica en carbono, poco fosforosa

y manganesífera. Cuando la fundición ha entrado en fusión, se bracea con una barra de hierro doblada en una de sus extremidades en ángulo recto, para facilitar la oxidación del silicio y del manganeso, que quedan en la escoria, y del carbono, que se elimina bajo la forma de óxido ó de anhídrido carbónico. El hierro, dividido en masas aglomeradas (*lupas*), se extrae para someterle al *singlado*, desalojando la escoria.

El pudelaje se lleva también á cabo en *hornos rotativos*.

Afinado por el viento.—Este procedimiento, intentado por Bessemer en 1885, está basado en la oxidación de los elementos extraños de la fundición, haciendo pasar á través de la misma el aire fuertemente comprimido.

Esta operación se lleva á cabo en recipientes de fundición ó de palastro, en forma de pera (convertidores), sostenidos por soportes en los que pueden bascular, puestos en movimiento por medio de un piñón y una cremallera, que lo recibe de un pistón hidráulico. El recipiente está revestido en su interior de substancias silíceas ó ladrillos refractarios (*Bessemer ácido*), ó de materias calcáreas (*Bessemer básico*). El fondo del convertidor está atravesado por numerosas toberas de arcilla por las que se inyecta el viento con presión de 2 á 2,5 atmósferas, pasando por una caja de fundición que se ajusta exactamente al mismo (caja de aire).

Operaciones Bessemer.—Para proceder al afinado de la fundición en el convertidor Bessemer, se comienza por calentarle al *rojo blanco*. Esto conseguido, se le hace bascular, se introduce la fundición al estado líquido y se inyecta el aire. En la operación *Bessemer ácido* se emplean fundiciones ricas en silicio y carbono, con dos por 100, ó poco más, de manganeso, y exentas, en lo posible, de fósforo y azufre, que no podrían ser eliminados. Por eso, eran tan solicitados los minerales de Bilbao antes de la invención del procedimiento Thomas ó *Bessemer básico*. Por éste pueden tratarse fundiciones ricas en fósforo y azufre, con adición de un exceso de cal viva. A la elevadísima temperatura á que llega la fundición en el convertidor, se oxidan rápidamente el silicio el manganeso y el carbono, y más tarde el fósforo, que pasa al estado de fosfato. El azufre, en presencia del carbono y del calcio, se combina con éste, eliminándose, bajo la forma de sulfuro, en la escoria; ésta contiene también sulfuro de manganeso.

La operación Bessemer es rapidísima y sólo se invierten en ella de 20 á 30 minutos.

Procedimiento Martín.—Por este procedimiento el afinado de la fundición se lleva á cabo en horno de reverbero, calentado mediante combustibles gaseosos, por el *sistema Siemens*.

El horno *Martin* es de reverbero con suelo cóncavo, de placa de fundición ó de palastro, y con revestimiento *ácido* ó *básico*, como el convertidor Bessemer.

Los gases combustibles destinados á la calefacción del horno, procedentes de un gasógeno, pasan, lo mismo que el aire, por los *regeneradores Siemens*, cámaras rellenas de ladrillos apilados que se calientan con los productos gaseosos de la combustión. Primeramente el aire y los gases llegan fríos al horno, y luego cada vez más calientes, consiguiendo, de este modo, temperaturas muy altas. Los fenómenos que tienen lugar en el horno *Martin en marcha* son los mismos que en el convertidor Bessemer, si bien las oxidaciones se operan más lentamente. A la fundición se mezcla toda clase de residuos de hierro dulce y minerales oxidados, prefiriendo las hematites puras, que favorecen la combustión del carbono.

EL ACERO Y SU FABRICACIÓN

Acero.—Es el hierro carburado, con menor cantidad de carbono que la fundición y más que el hierro dulce (0,5 á 1,5 por 100), en el que este metaloide se halla uniformemente repartido en su masa ó bajo la forma de *carbono de temple*. Es blanco agrisado, de grano fino, más duro, menos tenaz, menos maleable y más fusible que el hierro. Puede cortarse, forjarse y soldarse al *rojo*.

Fabricación del acero.—El acero puede obtenerse por diversos procedimientos. Acero por *soldaje* ó *natural*, acero de *cementación*, acero al *crisol*, acero *Bessemer* y *Martin Siemens*.

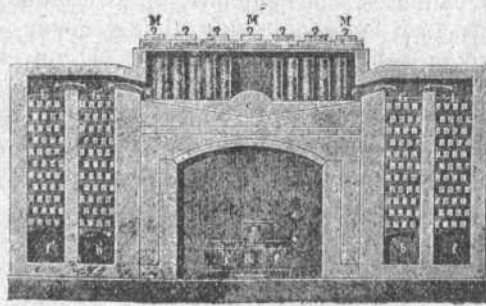
El *acero natural* ó por *soldaje* se prepara en las *forjas catalanas* tratando las hematites puras, sin llegar á la temperatura de fusión, por un exceso de carbón, para que, á medida que el mineral se reduce, se carburen las partículas de metal.

El *acero de cementación* se obtiene mediante la carburación del hierro dulce, para lo que se dispone el metal, en barras, alternando con capas de carbón de madera en granos, en cajas de ladrillos refractarios, que se someten, por espacio de 15 ó 20

dias, al *rojo blanco*, sin llegar á la fusión, en hornos con hogar inferior, fundiéndolo, después, para hacerlo homogéneo.

La fabricación del *acero al crisol* es, actualmente, un medio de *afinación* del *acero bruto*, de cementación, pudelado, Martin etc., y consiste en someter estos aceros á una nueva fusión en crisoles de arcilla refractaria, y en hornos de reverbero calentados por el sistema Siemens, procurando que estén exentos, en lo posible, de fósforo y azufre.

Los crisoles se cargan también con fundición y hierro dulce ó hematites puras.



Horno Siemens

Todo el fundamento de este sistema estriba en la descarbonación del *acero bruto* ó de la fundición por el óxido de hierro formado durante la operación, ó por el que acompaña á las cargas.

El *acero Bessemer* se obtiene suspendiendo la operación del afinado cuando la cantidad de carbono de la fundición es la necesaria para que ésta quede convertida en *acero* ó adicionando fundición *especular* ó *ferro-manganeso*, en la proporción necesaria para la carburación, al grado conveniente, del metal.

El *acero Martin* se prepara por procedimientos análogos, obteniendo en el afinado de la fundición el *hierro dulce* ó el *acero*, según el punto á que se lleve la descarbonación.

El *acero* para planchas de blindaje, duro y tenaz, se obtiene incorporándole 3 por 100 de níquel. El *acero cromado*, todavía más duro, contiene 1 ó 2 por 100 de cromo, y el *acero al tungsteno*, 2 á 9 por 100 de este metal. Es durísimo, pero quebradizo.

Temple del acero.—El *temple* es un *estado molecular* especial del hierro carburado, en el que el acero presenta una dureza superior á la correspondiente á este metal.

La dureza que el acero adquiere por el *temple* es proporcional á la cantidad de carbono, y no se manifiesta hasta que ésta se eleva á 4 por 1.000. A partir de 1 por 100 la tenacidad disminuye, sobre todo si contiene silicio, azufre y fósforo, hasta hacerse quebradizo.

Esta propiedad parece que se debe al estado de combinación del hierro con el carbono, pues enfriado lentamente y separado el carbono al estado de grafito, deja de *templarse*. Por eso, el *temple* se lleva á cabo sumergiéndolo, enrojecido, en agua fría.

El *recocido*, el *forjado* y el *laminado* aumentan la tenacidad y la elasticidad del acero, conservando su dureza.

LA METALURGIA DEL COBRE

Propiedades del cobre.—Este metal es de color rojo, blando, muy dúctil y maleable, bastante tenaz, buen conductor del calor y de la electricidad, se funde á 1.000 grados y se volatiliza á 1.200, se oxida al rojo y en el aire húmedo se recubre de una ligera capa de hidro-carbonato.

Importancia del cobre.—Por su tenacidad, ductilidad y maleabilidad, y por su conductibilidad respecto del calor y de la electricidad, tiene numerosas aplicaciones, y es, después del hierro, el más importante de los metales. Se emplea para la construcción de calderas, aparatos destilatorios, tubos, hilos y cables conductores de la energía eléctrica, para la fabricación del bronce y del latón y para la obtención de numerosas sales.

Minerales de cobre.—Bajo el punto de vista metalúrgico se clasifican en minerales sulfurados y minerales oxidados.

Entre los primeros están la *chalcosina*, sulfuro de cobre, la *chalcopirita*, sulfuro de cobre y hierro, y el *cobre gris*, sulfuro de cobre y antimonio, y entre los segundos el *cobre rojo* ú oxidulado y los hidro-carbonatos de cobre, *azurita* y *malaquita*.

El más importante de los yacimientos cupríferos de Europa, ya que no por la riqueza, por la abundancia de los minerales cobrizos, es el de *Río-Tinto*, en la provincia de Huelva, comprendido entre los ríos *Tinto* y *Odiel*.

Las menas de *Río-Tinto*, están constituidas por la *pirita de hierro y cobre* ó *chalcopirita*, con ganga silícea, siendo la *ley* media de 2,7 por 100.

A las de *Río-Tinto* siguen en importancia las minas de *Tharsis*, situadas en la divisoria de los ríos Guadiana y Odiel, á 5 kilómetros al N. de la villa de El Alonso, y que comprende 1.358 hectáreas, y á éstas las de *La Zarza*, situadas á 6 kilómetros al N. de Calañas, que ocupan una superficie de 566 hectáreas, y cuyo criadero principal es el de *Los Silos*.

TRATAMIENTO METALÚRGICO

Los procedimientos de extracción del cobre de los minerales cobrizos varían con su naturaleza, ya sean sulfurados ú oxidados.

Tratamiento de las menas sulfuradas.-Excepción hecha de la *chalcosina* pura ó casi exenta de hierro, que es rarísima, los minerales sulfurados no pueden *tratarse directamente* para separar el cobre, y la tendencia de las operaciones metalúrgicas á que se someten es la de obtener productos *concentrados y menos impuros*, llamados *matas*, de los que, por una sola *operación*, se obtiene el *cobre negro* ó *bruto*, que, más tarde, se *afina* y se *refina*.

Dos son los procedimientos seguidos para la extracción del cobre de estas menas: el *método inglés* y el *método continental*.

Método inglés.—El tratamiento de los minerales piritosos por este procedimiento comprende las operaciones siguientes: 1.^a Calcinación. 2.^a Fundición para *mata bronce*. 3.^a Calcinación de la *mata bronce*. 4.^a Fundición para *mata blanca*. 5.^a Rotisaje para *cobre negro*. 6.^a Afinación.

La calcinación de las menas se lleva á cabo en horno de reverbero, calentado con hulla, en cuya plaza se extiende el mineral en capa de 10 á 15 centímetros de espesor, y se remueve, de tiempo en tiempo, con escarbadores de hierro. Por la calcinación desaparece parte del azufre, del arsénico y del antimonio, obteniéndose un mineral más rico en cobre y menos impuro.

La fusión del mineral calcinado se realiza en horno de reverbero de dimensiones más reducidas, para que la temperatura sea más alta, y cuando el baño está bien fluido, se bracea, se separa la escoria y se cuela, obteniéndose la *mata bronce*, con 30 á 35 por 100 de cobre.

La *mata bronce* se calcina y se funde nuevamente para obte-

ner la *mata blanca*, en la que la cantidad de cobre se eleva de 65 á 70 por 100. Estas operaciones se repiten, con frecuencia, dos y tres veces, para otras tantas *concentraciones*.

Teoría.—Durante la calcinación de los minerales sulfurados, en una atmósfera oxidante, parte del azufre se combina con el oxígeno, dando lugar al anhídrido sulfuroso, que se desprende; otra parte queda bajo la forma de sulfuros de cobre y hierro, produciéndose también una pequeña cantidad de sulfatos y óxidos de estos metales. El arsénico y el antimonio se oxidan, de igual modo, transformándose en anhídridos arsenioso y antimonioso, que se volatilizan.

Durante la fusión, al *rojo vivo*, los sulfatos se reducen, los óxidos reaccionan sobre los sulfuros, quemando el azufre, con producción de anhídrido sulfuroso y protóxido de hierro que, unido al cuarzo de la ganga, forma el silicato, escoria, que se separa. El cobre queda, con parte del hierro, al estado de sulfuro doble (*mata*).

La *mata blanca* se trata por «Rotisaje» para *cobre negro*, sometiéndola, en una sola operación metalúrgica, á la calcinación seguida de fusión, en horno de reverbero de plaza reducida, con piso silíceo, en la que se separa el azufre, al estado de anhídrido sulfuroso, y el hierro, con los demás metales, bajo la forma de escoria, quedando el cobre metálico. El *cobre negro* ó *bruto* contiene de 98 á 99 por 100 de metal.

Como en el cobre bruto existen pequeñas cantidades de azufre, arsénico, hierro y otros metales, es necesario *afinarlo*, por medio de una fusión oxidante, en la que las substancias extrañas, oxidadas, forman silicatos, con los materiales silíceos del horno, que se expulsan, y *refinarlo*, por *fusión reductriz* con carbón de madera, agitando el baño con una rama verde.

Método continental.—Por este procedimiento, que tiene aplicación cuando se trata de beneficiar minerales pobres, se verifica la calcinación de las menas al aire libre, dispuestas en montones de 15 á 20 metros de longitud, 6 á 8 de anchura y 2 á 3 de elevación, ó en hornos, cuando se utiliza el anhídrido sulfuroso para la fabricación del ácido sulfúrico.

El mineral calcinado se funde en hornos de cuba, mezclándolo por capas con carbón de madera ó cok.

La *mata* obtenida se calcina nuevamente y se funde para *cobre*

negro. Este es más pobre é impuro que el extraído por el *método inglés*, pues no contiene más que de 93 á 94 por 100 de metal.

La afinación se lleva á cabo en *hornos bajos*.

Tratamiento en convertidor.—La transformación de las *matas en cobre negro* puede verificarse rápidamente por el *procedimiento Manhés*, análogo al *Bessemer*, en un *convertidor* de fundición, de forma cilíndrica y revestido interiormente de cuarzo.

Afinado electrolítico.—El cobre bruto puede afinarse por *electrolisis*, cuando se quiere obtener un metal puro, y se trata de minerales argentíferos ó auríferos, en baño de sulfato de cobre, con *anodo de cobre bruto* y *catodo* de cobre puro. El sulfato es descompuesto por la corriente y el cobre se dirige al *catodo*, mientras el ácido sulfúrico ataca al *anodo* y regenera el baño. De este modo, el metal del cobre bruto es transportado al electrodo negativo, sirviendo de *intermediario* el sulfato cúprico. La plata y el oro se depositan en el fondo.

Obtención del cobre por disolución.—Las piritas pobres se benefician por *disolución y precipitación (cementación)* del cobre. Para ello, se trata por el agua la mena calcinada, para disolver el sulfato de cobre formado, y la disolución se conduce á depósitos en cuyo fondo se disponen lingotes de hierro, que precipita el cobre por descomposición del sulfato. El cobre que se deposita sobre los lingotes (*cáscara*) se funde para *cobre negro*.

En Río-Tinto las piritas pobres, ó que sólo contienen de 1 á 2 por 100 de cobre, se beneficiaban por la *vía húmeda*. Las menas se calcinaban al aire libre en grandes montones denominados *teleras*, y el mineral calcinado, y convenientemente escogido, se conducía á grandes depósitos de mampostería revestida de cemento (*pilones disolventes*), con *falso fondo* formado por tablas mal unidas sobre durmientes de madera, que se llenaban de agua.

Las disoluciones obtenidas pasaban á los *pilones reposadores*, y, una vez claras, se llevaban á los *cementadores*, en los que se colocaban los lingotes de hierro que precipitan el cobre. Este, substituído por el hierro en el sulfato, se depositaba sobre los lingotes formando una costra llamada *cáscara*.

El cobre de *cementación* se obtiene hoy en Río-Tinto por el procedimiento *Dötsch*, que evita la calcinación en *teleras*, funestísima para la vegetación, y que consiste en transformar el sulfuro de cobre en percloruro de este metal por medio del percloruro de hierro. Para conseguirlo se mezcla la pirita con cloruro de sodio

y sulfato férrico regando repetidas veces la masa. Por doble descomposición de estas sales, se forma sulfato sódico y percloruro, de hierro. Este, á su vez, ataca al sulfuro de cobre, con producción de percloruro, que se descompone por el hierro para precipitar el cobre.

En la actualidad se calcinan los piritas en Río Tinto en hornos dispuestos de modo que el anhídrido sulfuroso pueda utilizarse en la fabricación del ácido sulfúrico, que se emplea para transformar en sulfato el óxido de cobre del mineral calcinado.

Tratamiento de las menas oxidadas.—Los minerales oxidados y el cobre *nativo*, suficientemente ricos, se benefician haciéndolos pasar, desde luego, á la fundición para *cobre negro*. Este se afina por los procedimientos ya conocidos.

METALURGIA DEL PLOMO

El plomo.—Es un metal de color gris, blando, poco tenaz, muy maleable, apenas dúctil, que se funde á 334° y se volatiliza al *rojo vivo*. Se oxida al aire en la superficie, y el agua, en presencia del anhídrido carbónico de la atmósfera, le ataca, recubriéndole de una costra de hidrocarbonato.

Aplicaciones del plomo.—Se emplea este metal en la construcción de las cámaras en que se obtiene el ácido sulfúrico y de las calderas en que se concentra, en la fabricación de tubos, balas, perdigones, del *litargirio*, del *minio* y del *albayaalde*.

Menas de plomo.—Los minerales de plomo que tienen importancia metalúrgica son el carbonato y el sulfuro (*galena*), obteniéndose de ésta casi todo el plomo del comercio.

El sulfuro de plomo de la *galena* se halla siempre acompañado de otros sulfuros metálicos, como el de plata, el de hierro, el de cobre, el de antimonio, etc., y la ganga está constituida por el cuarzo, la arcilla, el carbonato cálcico y el espato fluor.

La ganga puede separarse fácilmente, por ser más ligera que el sulfuro de plomo, por medio de la trituración y del lavado.

Los yacimientos plomíferos más importantes son los de Linares, provincia de Jaén, que están constituidos por la *galena*, en sus dos variedades, *granuda* y *laminar (alcohol)*, siendo ésta muy afamada, por su pureza, y la más abundante.



Los filones contienen; por término medio, 75 por 100 de galena, y 18, 91 gramos de plata por 100 kilogramos.

Los Minerales de *primera clase, galenas puras hojosas*, contienen 85 por 100 de metal, y los de *segunda, minerales de fundición*, 75 por 100.

En *Sierra Almagrera* y en la *Sierra de Cartagena* se hallan numerosos filones de *galena argentífera*, de potencia y riqueza variables, con gangas de cuarzo, arcilla, barita, pirita de hierro, antimonio y blenda.

Tratamiento metalúrgico.—Las operaciones metalúrgicas á que se somete la galena para la extracción del plomo varían con su ley y su grado de pureza, y constituyen los siguientes métodos: 1.º por *calcinación y reducción*; 2.º por *precipitación*; 3.º por *rotisaje ó calcinación y reacción*; 4.º por *fusión en horno bajo*.

Tratamiento por calcinación y reducción.—Este procedimiento está basado en la eliminación del azufre, por la acción del calor, con oxidación del plomo, y en la reducción del óxido por el carbón.

La calcinación se lleva á cabo en hornos de reverbero, en cuya plaza se extienden las cargas en capas de poco espesor, que se bracean de tiempo en tiempo. Cuando cesa el desprendimiento de vapores sulfurosos, se aviva el fuego y se cuele la masa, una vez fundida, en vasijas con agua.

El óxido de plomo producido en la calcinación, se reduce en hornos de cuba con carbón de madera y cok, y con adición de fundentes, óxido de hierro y caliza, para la eliminación de la sílice y de los metales extraños, bajo la forma de escoria.

Teoría.—Al rojo sombrío, el sulfuro de plomo se descompone en presencia del oxígeno del aire, con producción de anhídrido sulfuroso, que se desprende, y óxido de plomo.

Parte del anhídrido sulfuroso se sobreoxida, dando lugar al ácido sulfúrico, que se combina con el óxido de plomo para formar el sulfato de este metal. A esta temperatura ni el sulfato ni el óxido de plomo reaccionan sobre el sulfuro, y no conviene elevarla hasta la completa descomposición de este último, para evitar la formación de oxisulfuros. Con la avivación del fuego se logra descomponer el sulfato de plomo, bajo la influencia de la sílice, que reemplaza al anhídrido sulfúrico.

El mineral calcinado se compone, aparte las materias extrañas, de óxido y silicato de plomo. La reducción tiene lugar en presencia del carbón, pues el óxido de

carbón producido en la combustión del mismo se apodera del oxígeno del plomo para pasar á anhídrido carbonico. Los fundentes, unidos á la sílice, así como los demás metales, dan lugar á una escoria fluida, que se separa fácilmente.

Método por precipitación.—Consiste en descomponer la galena, á alta temperatura, por el hierro, que substituye al plomo, produciéndose sulfuro ferroso y plomo libre. Para ello, se trata la galena en hornos de cuba, mezclada por capas con granalla de hierro. Los productos resultantes del tratamiento son: una escoria, constituida por las materias terrosas, óxidos de hierro y otros metales, una *mata*, formada por sulfuros de hierro y cobre, con algo de sulfuro de plomo, y *plomo de obra* ó *argentífero*.

El hierro se ha substituído por escorias ó minerales ferruginosos, más conómicos, y la operación se lleva á cabo en hornos especiales, cuyas toberas y paredes se enfrían mediante una corriente de agua para evitar su destrucción.

Este método tiene aplicación al tratamiento de los minerales cupríferos.

Tratamiento por rotisaje.—Este método está fundado en las reacciones que se operan entre los productos de la calcinación incompleta de la galena, cuando la temperatura se eleva al *rojo vivo*, y por las que se reducen el óxido y el sulfato de plomo, en presencia del sulfuro no descompuesto, con producción de plomo líquido y anhídrido sulfuroso.

La operación tiene lugar en hornos de reverbero, que se caldean y enfrían varias veces hasta que termina el *periodo de oxidación*.

Después se aviva fuertemente el fuego para que se verifiquen las reacciones que han de producir el plomo libre. Separada la escoria, se cuela el metal en recipientes que contienen un poco de hulla ó carbón pulverulento, para reducir el plomo oxidado. Las espumas metálicas que se forman en la superficie se recogen para volverlas al horno.

Este procedimiento, por el que se beneficia la galena en los principales centros productores de la Península, sólo puede aplicarse á los minerales ricos y puros.

Tratamiento por fusión en hogar bajo.—El principio en que descansa este método es el de la descomposición del sulfuro de plomo, en una llama poco oxidante (al soplete), con producción de anhídrido sulfuroso y plomo libre.

La carga se dispone en hornos bajos sobre el combustible, cuya llama quema el azufre, que se separa del plomo. Este pasa, fundido, á un recipiente que comunica con el horno.

Este método ha sido abandonado, porque es insalubre y ocasiona grandes pérdidas.

METALURGIA DE LA PLATA

La plata.—Es, como todo el mundo sabe, de un blanco propio y brillante, blanda, muy dúctil y maleable, que se funde á 1.000 grados y no se oxida.

Aplicaciones de la plata.—Se emplea, aleada con el cobre, para la fabricación de la moneda, de cubiertos, bajilla, alhajas, etcétera, para el plateado y para la preparación del nitrato argéntico y otras sales.

Minerales de plata.—La plata se encuentra en la naturaleza al estado *nativo*, en combinación con el azufre, formando la *plata sulfurada* (argirosa), con el azufre y el arsénico, constituyendo la especie denominada *plata arsenical sulfurada*, con el antimonio y el azufre, *plata antimonial sulfurada* (argiritrosa) y asociada á la galena y, á veces, á la pirita de cobre y á la blenda.

Los criaderos de plata más importantes de la Península eran los de Híendelaencina, ya agotados, que desde 1844 á 1870 produjeron 10.400.000 de onzas de plata, por valor de 62.000.000 de pesetas.

Si los minerales especiales de plata han desaparecido casi por completo, abundan, en cambio, las galenas argentíferas en España, en la Sierra de Cartagena, en Cabo de Gata, en Linares, en Sierra Almagrera, en el Horcajo y Navacerrada (Ciudad Real), con una riqueza en plata extremadamente variable, desde algunos gramos hasta 9 onzas por quintal métrico.

La producción anual de la plata asciende á mas de 5.000 toneladas y su precio, que hace algunos años era de 222 francos el kilogramo, ha descendido en estos últimos hasta 90.

Obtención de la plata.—Los procedimientos de extracción de la plata varían con la naturaleza de las menas, con la riqueza de las mismas, la abundancia ó escasez del combustible, etc.

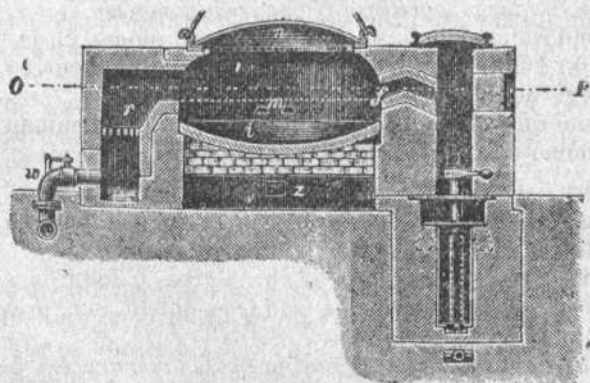
Plata de las galenas.—Ya sabemos que del tratamiento

metalúrgico de las galenas argentíferas se obtiene el *plomo de obra*, que se apodera de casi toda la plata del mineral. Para separarla del plomo se siguen tres procedimientos: la *copelación*, el método de *Pattinson* y el *tratamiento por el zinc*.

La copelación.—Está basada en el hecho de la separación de la plata del plomo oxidado. La operación se lleva á cabo en hornos cuya plaza está ahondada en forma de copela, construida con marga apisonada, con una mezcla de cal y arcilla ó con *cemento Portland*.

Cargado el horno y fundido el *plomo de obra*, se extraen las impurezas que aparecen en la superficie y se inyecta el aire. El plomo se oxida al *rojo sombrío*, abandonando la plata, y el *litargirio* formado se eleva á la superficie, siendo fácil separarlo por medio del colado. La plata, que queda en el fondo de la copela, se enfría, proyectando agua sobre ella, y se recoge.

El método Pattinson.—Está fundado en la depuración del *plomo de obra*, por cristalización de este metal, cuando se enfría lentamente, una vez fundido al *rojo*.



Copela alemana

Para separar el plomo de la plata por este procedimiento, se funde el *plomo de obra*, en grandes calderas, y, después de espumar el baño para eliminar las impurezas, se deja enfriar, adicio-

nando agua para activar la cristalización, se extraen los cristales de plomo formados en la superficie, y se vuelve á fundir y á enfriar la masa restante, continuando de este modo hasta que cesa la producción de cristales.

Por este procedimiento, en realidad, no se obtiene la plata; lo único que se hace es *enriquecer* el plomo de obra, que es necesario someter á la *copelación*.

La desargentación por el zinc.—Consiste en fundir el plomo de obra con 1 ó 2 por 100 de este metal. En la superficie del baño se forma una aleación de plomo y zinc, en la que se concentra casi toda la plata. El zinc se separa de ésta por volatilización, ó escorificación, y el plomo por copelación.

Plata de las matas cobrizas.—La extracción de la plata de las *matas* de cobre argentífero se lleva á cabo por disolución de la misma, bajo la forma de cloruro argéntico-sódico (procedimiento Agustín), ó al estado de sulfato (procedimiento Ziervogel), precipitándola después por medio del cobre.

Tratamiento de los minerales de plata.—La plata nativa, los cloruros, bromuros y ioduros, y los minerales sulfurados, se tratan por *fundición plumbosa* ó por *amalgamación*.

Los minerales pobres se funden con el plomo, en la proporción de 160 á 200 partes por una de plata de la mena, y ésta se separa luego del plomo por copelación.

Los minerales excepcionalmente ricos se adicionan poco á poco al plomo de obra durante la copelación.

Método de amalgamación.—Está basado en la afinidad de la plata respecto del mercurio, con el que se combina en frío, y en la fácil descomposición de la amalgama formada.

La plata nativa y los cloruros, bromuros y ioduros se amalgaman desde luego, pero los sulfuros deben ser previamente transformados en cloruros.

Dos procedimientos se siguen para la *cloruración* y *amalgamación* de los minerales sulfo-argentíferos. el método *sajón* y el método *americano*.

Método sajón.—La cloruración se practica en hornos de reverbero, á la temperatura del *rojo*, tratando el mineral de plata, previamente calcinado para transformar el sulfuro en sulfato, por el cloruro de sodio. La materia obtenida se reduce á polvo, y éste se amasa con el agua en toneles giratorios cargados de

balas de hierro, en los que, luego, se vierte el mercurio para que se forme la **amalgama de plata**. Esta se somete, más tarde, á la **destilación** para separar el mercurio.

Teoría de la cloruración y amalgamación.—En la **calcinación** de las menas sulfuradas, los sulfuros son descompuestos en presencia del aire, parte del azufre se oxida, con producción de anhídrido sulfuroso, que se desprende, y el resto pasa á anhídrido sulfúrico, que se combina con la plata, el cobre y el hierro, para formar los sulfatos de estos metales. El cloruro de sodio adicionado reacciona sobre estos sulfatos á la temperatura del rojo, el cloro substituye al anhídrido sulfúrico y éste se une al sodio.

El cloruro de plata resultante es descompuesto, en los toneles, por el hierro de las balas, dando lugar á percloruro férrico y plata libre, que se amalgama. Esta, separada del resto de la masa, se destila para desalojar el mercurio.

Método americano.—Difiere del sajón en que la cloruración de la plata se verifica en frío. El mineral, triturado, se extiende en **eras enlosadas**, en capas de 20 á 25 centímetros, y sobre él se **esparce cloruro sódico**, en la proporción de 2 á 5 por 100. Se **mezclan y pulverizan** estas substancias, mediante el trillado con mulas arreataadas, se **añade después 1 á 2 por 100 de sulfato de cobre (magistral)** y, por fin, **mercurio**, en la dosis de 4 á 6 partes por una de plata, repitiendo el trillado cada dos días, por espacio de 2 á 3 meses, y cuando se ha formado la **amalgama de plata**, se separa, por el lavado, y se destila.

METALURGIA DEL ORO

El oro.—Es de color amarillo ligeramente rojizo, de brillo intenso, blando, poco tenaz, el más dúctil y maleable de todos los metales, que se funde á 1.100°, que no se volatiliza á la temperatura de los hornos ordinarios y no se oxida al aire.

Aplicaciones del oro.—Aleado con el cobre, se emplea en la fabricación de la moneda, en la joyería, en el dorado, en la decoración de la porcelana, en la fotografía, etc.

Estado natural del oro.—Se encuentra en la naturaleza al estado nativo entre las arenas de algunos ríos y en los aluviones silíceos, en granos ó en pajas, en filones y vetas en los terre-

nos antiguos y sobre el cuarzo, generalmente, acompañado de otros metales.

Extracción del oro.—El oro puede separarse de su correspondiente ganga por el *lavado*, la *amalgamación*, la *fusión* con el plomo y el cobre y por *disolución y precipitación*.

Tratamiento de las arenas auríferas.—El oro mezclado con las arenas de los ríos ó de los aluviones antiguos se separa de ellas utilizando la fuerza viva del agua en movimiento, que, dada la gran densidad del oro, arrastra todas las substancias que lo acompañan. Esta operación se lleva á cabo en vasijas de forma variada, á las que se imprime un movimiento á la vez de rotación é inclinación por el que el agua eleva á la superficie, y lanza al exterior, las materias que forman la ganga, quedando el oro en el fondo, ó en canales inclinados, de gran longitud y de piso accidentado, por los que se hace correr el agua, que arrastra las arenas mientras el oro queda en las depresiones del mismo. Para evitar que las pajitas y granos más finos de oro se pierdan, empujados por la corriente, se establecen de trecho en trecho concavidades que se llenan de mercurio, con el que dicho metal se amalgama.

Tratamiento del cuarzo aurífero.—El verdadero procedimiento de *amalgamación* se utiliza para beneficiar los filones de cuarzo aurífero. El mineral triturado y molido, por medio de bocartes, molinos ó cilindros, se mezcla con el mercurio, procurando establecer un contacto íntimo y suficientemente prolongado. La amalgamación puede efectuarse á la vez que la trituración ó la molienda, y en los mismos aparatos, ó después de reducir á polvo la mena. La amalgama formada se filtra en sacos de lona, para separarla del exceso de mercurio, y se destila, para eliminar, por volatilización, el mercurio combinado con el oro.

Por este procedimiento sólo se pueden tratar ventajosamente minerales con más de 10 gramos de oro por tonelada.

Tratamiento por fusión.—El método de fundición se aplica exclusivamente á las galenas y piritas cuprosas auríferas.

Las galenas argentífero-auríferas se tratan por fundición plumbosa á la manera que las galenas argentíferas. El plomo se separa también, más tarde, por copelación, y la plata por disolución en el ácido sulfúrico.

Las piritas cuprosas y argentífero-auríferas se calcinan y se funden para *matas*, lo mismo que la pirita de cobre.

La mata obtenida, que contiene la mayor parte de la plata, se somete á la desargentación por el procedimiento Ziervogel. El oro, con algo de plata y los óxidos de cobre y hierro, queda como residuo. Con éste se repiten las mismas operaciones hasta obtener una mata con 80 por 100, que retiene el resto de la plata, de la que se separan botones cuprosos en los que se concentra todo el oro. Para separar el oro se tratan éstos por el ácido sulfúrico, que disuelve el cobre.

Tratamiento por disolución.—Este procedimiento se aplica á las piritas auríferas arsenicales, por extremo rebeldes á la amalgamación, y cuya fusión resulta muy costosa.

El mineral, calcinado y pulverizado, se expone á la acción de una corriente de cloro, que hace pasar al oro al estado de cloruro. El cloruro se disuelve en el agua, y, filtrada la disolución, se precipita el oro por el hidrógeno sulfurado ó el sulfato ferroso.

Cianuración.—Las pajitas y granos de oro más tenues, que, por flotar en el agua, se pierden en los tratamientos de los minerales auríferos por el lavado y la amalgamación, pueden recuperarse con el empleo del cianuro potásico, que disuelve el oro al estado de cianuro doble. Este se descompone con el zinc, que reemplaza al oro, precipitándolo de su disolución.

La producción del oro se eleva á más de 300 toneladas por año, y su precio, es de 3.435 francos el kilogramo.

EL ALUMINIO Y SU OBTENCIÓN

Propiedades del aluminio.—El aluminio es un metal blanco azulado, de estructura ligeramente fibrosa, buen conductor del calor y de la electricidad, poco tenaz, dúctil, maleable, fusible á 625°, cuya densidad es de 2,56 á 2,65, apenas oxidable al aire húmedo, inatacable por los ácidos sulfúrico y nítrico en frío y atacable por el ácido clorhídrico y los álcalis.

Importancia del aluminio.—Por su abundancia en la naturaleza, por sus propiedades especiales y sus numerosas apli-

caciones, el aluminio se considera, no sin razón, como el metal del porvenir. Empléase ya en la fabricación de utensilios de cocina, cafeteras y teteras, bandejas, palanganas, jarras, objetos de adorno, etc., en la preparación de numerosas aleaciones, como el *oro-aluminio* la *plata-aluminio* y el *bronce y latón de aluminio*, y en la afinación del acero, que constituye una de sus más importantes aplicaciones.

Primeras materias.—Como primeras materias en la industria del aluminio figuran la *boxita* y la *criolita* (alúmina y fluoruro doble de aluminio y de sodio naturales), la alúmina y el fluoruro aluminico y aluminico-sódico artificiales, el cloruro de aluminio y el cloruro aluminico sódico.

Como la boxita contiene grandes cantidades de hierro y sílice, que impurifican el metal obtenido de ella, es necesario extraer la alúmina de esta ó fabricarla lo más pura posible. Al efecto, se calcina la boxita con un exceso de carbonato sódico, y el aluminato sódico formado se descompone por el anhídrido carbónico. Puede también obtenerse descomponiendo por el calor el sulfato de alúmina, y éste, a su vez, se prepara atacando por el ácido sulfúrico la boxita ó el kaolín.

El fluoruro de aluminio se obtiene sometiendo la alúmina á la acción de un exceso de ácido fluorhídrico, ó haciendo llegar una corriente de ácido clorhídrico á una mezcla de alúmina y espato fluor.

El cloruro de aluminio se fabrica haciendo pasar una corriente de cloro por una mezcla de alúmina y carbón, calentada *al rojo*, y el cloruro aluminico-sódico agregando á la mezcla el cloruro de sodio.

OBTENCIÓN DEL ALUMINIO

Procedimientos metalúrgicos.—Los antiguos procedimientos metalúrgicos para la obtención del aluminio, que hoy no tienen aplicación por resultar este metal excesivamente caro, y en los que, por lo mismo, no nos detendremos, están basados en la descomposición de las sales de aluminio por los metales alcalinos, bajo la influencia del calor. Al efecto, se trataba el cloruro de aluminio, el cloruro aluminico sódico, el fluoruro aluminico ó el fluoruro doble, previamente fundidos, por el sodio, que, combinándose con el cloro ó el fluor, desalojaba al aluminio de su combinación con estos metaloides, quedando en libertad. La des-

composición de las sales de aluminio se efectuaba en cilindros, hornos de reverbero ó *convertidores*.

Procedimientos electro-metalúrgicos.—Difieren éstos de los anteriores en que el calor necesario para la reducción de la alúmina, por el carbono, es producido por una corriente eléctrica.

Aunque á la temperatura del arco voltaico el carbón reduce la alúmina, los métodos electro-térmicos no permiten obtener el aluminio, porque este metal se volatiliza y se oxida de nuevo, y sólo se emplean para obtener aleaciones con metales más fijos, que se apoderen del aluminio.

Para la fabricación de las aleaciones de aluminio se carga con el metal que ha de entrar en ellas el horno ó crisol, en el que penetran los electrodos, revestido interiormente de carbón de madera, y, cuando, bajo la acción térmica de la corriente, se ha fundido, se adiciona la alúmina. Reducida ésta por el carbón, queda en libertad el aluminio, que se fija sobre el metal que forma el baño.

Procedimientos electrolíticos.—Estos procedimientos están basados en la descomposición de las sales, disueltas ó fundidas, por la energía de la corriente eléctrica, con acumulación del metal en el polo negativo.

Para la obtención del aluminio por electrolisis se emplean el fluoruro y el fluoruro aluminico-sódico. La descomposición se opera en crisoles ó cubas de fundición, con fondo revestido de carbón aglomerado. El electrodo negativo, que suele ser metálico, penetra por el fondo de la cuba, ó está constituido por éste, y el positivo, que es de carbón aglomerado, se suspende á la altura conveniente, y dispuesto de modo que pueda subir ó bajar. En el aparato Minet los electrodos son de carbón aglomerado, y bajo del negativo se encuentra una caja, también de carbón, destinada á recibir el aluminio fundido que fluye del mismo.

La operación comienza por la fusión del fluoruro colocado en la cuba, que se calienta mediante un hornillo exterior, y cuando el baño alcanza el grado de fluidez necesario, se hace llegar á él la corriente. Esta descompone el fluoruro, y el aluminio se dirige al electrodo negativo. Para alimentar el baño se adiciona alúmina, que, atacada por el fluor libre, regenera el fluoruro. Como se producen pérdidas de fluor, es necesario repararlas con la *criolita* ó el oxifluoruro de aluminio.

Bronces de aluminio.—Estos broncees son aleaciones de cobre y aluminio, en las que este metal entra en la proporción variable de 2, 5 á 10 por 100. Son de color de oro, duros y tenaces, relativamente maleables, resisten á la acción del agua salada y de las soluciones ácidas y no se oxidan al aire.

Aunque los broncees de aluminio pueden obtenerse por los procedimientos eléctrico-térmicos, ya descriptos, resultan impuros y poco homogéneos, y es preferible prepararlos adicionando el aluminio al cobre fundido en crisoles de plumbagina.

Los broncees de aluminio pueden reemplazar al cobre y al bronce ordinario en todas sus aplicaciones. Se espera que, con el tiempo, substituyan al acero, cuya tenacidad y dureza son poco superiores á las de éstos.

El latón de aluminio se compone de 64 por 100 de cobre, 33 á 35 por 100 de zinc y de 1 á 3 por 100 de aluminio. Es más resistente que el latón ordinario y puede substituirle con ventaja.

METALURGIA DEL MERCURIO

El mercurio.—Es un metal líquido, opaco, brillante, que se solidifica á -40° , se volatiliza á 360 y no se altera al aire cuando espuro.

Importancia de l mercurio—Por sus numerosas aplicaciones, por su relativa escasez, y por el precio que alcanza en los mercados de Europa, es uno de los metales más importantes.

Empléase para la extracción del oro y de la plata (método de *amalgamación*), para el dorado á fuego, para la construcción de barómetros y termómetros, para el *azogado* de los espejos, para la fabricación del *bermellón* y del *fulminato*, etc.

Minerales de mercurio.—La única mena de mercurio que tiene interés, y del que se obtiene casi todo el que circula en el mercado, es el *cinabrio* (sulfuro de mercurio).

Los más importantes de los criaderos de cinabrio son los de Almadén (Ciudad Real), ya explotados por los romanos. Encajan éstos en la arenisca del sistema siluriano, que ha sido substituida, en gran parte, por el cinabrio.

Para comprender la inmensa riqueza que representan las minas de Almadén, propiedad del Estado, es preciso tener en cuenta que estos criaderos se consideran

poco menos que como inagotables; que el cinabrio representa del 30 al 70 por 100 de la arenisca que constituye sus menas, habiendo algunas en que ha desaparecido por completo, substituida por el sulfuro de mercurio; que la ley media de los minerales que se benefician en Idria no pasa de 3 por 100; que en América se explotan menas con 1 por 100; que los gastos de obtención del mercurio de Almadén oscilan entre 1.200 y 1.400 pesetas por tonelada y que ésta se paga de 6.000 á 7.000 francos.

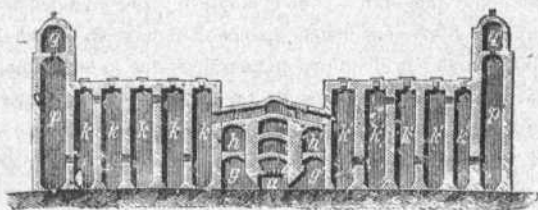
En Asturias existe una faja de cinabrio que cruza el grupo central de su *sistema carbonífero*, de 30 kilómetros de longitud, con un ancho que varía entre 200 y 20 metros, cuya zona más rica se halla junto á la Peña, cerca de Mieres.

Tratamiento del cinabrio.—La obtención del mercurio está basada en la descomposición del cinabrio por el calor, en la separación del azufre, bajo la forma de anhídrido sulfuroso, en la volatilización del mercurio á temperatura relativamente baja y en su condensación ulterior por enfriamiento.

Procedimiento de Almadén.—La calcinación de las menas de cinabrio tiene lugar en Almadén en hornos de forma de torre, divididos en dos compartimientos por una bóveda agujerada, de los que el primero sirve de hogar y el segundo recibe la carga. Este comunica por varios orificios que existen en su parte superior con los aparatos de condensación, que consisten en una serie de tubos de arcilla enchufados (*aludeles*), que descansa sobre una terraza dispuesta en doble plano inclinado. Los vapores de mercurio desprendidos del horno, y que van á parar á los *aludeles*, se condensan en ellos, enfriados por el aire, y el mercurio líquido se reúne en una canal que lo lleva á los depósitos de recepción. Los vapores sulfurosos y los humos que acompañan al mercurio se escapan por una chimenea que arranca de una cámara con la que comunican los últimos aludeles de cada serie.

Procedimiento de Ydria.—Es éste análogo, en el fondo, al de Almadén, del que sólo se diferencia por la disposición de los hornos y la forma de los aparatos de condensación.

El horno de Idria es más alto que el de Almadén, y está dividido en varios compartimientos por bóvedas agujeradas en las que se hacen las *cargas*, según el tamaño del mineral, comenzando por el más grueso. El polvo se dispone en grandes cápsulas de barro en el último compartimiento.



Horno de Idria

Los aparatos de condensación consisten en grandes cámaras de mampostería construidas á uno y otro lado del horno, cuyo compartimiento superior comunica con la primera, y ésta con las siguientes por orificios alternativamente abiertos en la parte superior é inferior de las mismas.

Hornos continuos.—Los hornos de Almadén y de Idria son de *marcha intermitente*, ocasionando pérdidas de tiempo, que no dejan de tener importancia.

Para obviar este inconveniente, se han construido los hornos de *marcha continua*, generalizados en América, pero que no han tenido aceptación en Europa, porque, calentándose mucho los aparatos de condensación, ocasionan grandes pérdidas de mercurio cuando en ellos se tratan minerales ricos.

Tratamiento por precipitación.—Los minerales pobres se tratan por la cal, que, á temperaturas elevadas, desaloja al mercurio del cinabrio, en retortas de fundición ó de arcilla refractaria, que se calientan en hornos de *galera*. El cuello de las retortas atraviesa la pared del horno y enchufa en un recipiente que se sumerge en una cuba llena de agua, y en el cual se condensan los vapores mercuriales.

Tratamiento del mercurio nativo.—El mercurio nativo, que en forma de gotas impregna la arenisca ó la mena de cinabrio, se obtiene por el lavado de estos minerales, purificándolo por destilación y condensación.

METALURGIA DEL ZINC

El zinc.—Es el zinc un metal blanco azulado, blando, maleable y poco dúctil, fusible á 412°, que se volatiliza á 1.040° y que expuesto al aire se oxida ligeramente en la superficie.

Aplicaciones del cinz.—Se utiliza para cubiertas de edificios, para la fabricación de vasijas y tubos, del *bronce* y del *látón*, para camisas de los proyectiles, para proteger el hierro (*galvanizado*) y preparar el *blanco* y el *amarillo* de zinc.

Menas de cinz.—Este metal no se encuentra al estado *nativo*, sino en combinación con el oxígeno (*zinc oxidado rojo*), con el azufre, formando la *blenda*, ó con el ácido carbónico, constituyendo la *calamina*, siendo estas dos últimas especies las únicas que tienen importancia industrial.

Tratamiento de los minerales de zinc.—Este comprende dos operaciones: la *calcinación* y la *reducción*.

Calcinación.—La calamina, después de triturada y lavada, para separar las substancias extrañas y menos pesadas, se somete á la calcinación, para eliminar el agua y el anhídrido carbónico.

Esta operación se lleva á cabo en hornos de cuba ó de reverbero, á la temperatura del *rojo sombrío*, para evitar que el zinc oxidado se combine con la sílice de la ganga, pues se formaría un silicato zíncico, de difícil descomposición, y en cuya reducción se perdería parte del metal.

La blenda se pulveriza y se lava, para separarla de las substancias terrósas y de los sulfuros, menos pesados, que la acompañan, y se calcina en hornos de reverbero, á temperatura más elevada que la calamina, en capas de poco espesor, que se remueven de tiempo en tiempo, para que la eliminación del azufre, bajo la forma de anhídrido sulfuroso, sea todo lo completa que es posible en la práctica.

Reducción del óxido de cinz.—En la calcinación, tanto de la calamina como de la blenda, la separación del anhídrido carbónico y del azufre no es posible sin que el oxígeno se combine con el zinc. Para obtener, pues, este metal es indispensable reducir el óxido zíncico formado.

La reducción se lleva á cabo por medio del carbón y en muflas ó crisoles de arcilla refractaria, que se colocan en el interior de

los hornos por series superpuestas, apoyados en salientes de los muros, y de modo que sean lamidos por las llamas en la mayor parte de su superficie.

Calentados convenientemente los crisoles, se cargan con una mezcla de mineral calcinado y carbón. Reducido el óxido de zinc por el carbono, el metal se volatiliza, y sus vapores pasan á los aparatos de condensación adosados á los crisoles, en los que, enfriados por el aire que los rodea, se precipitan al estado líquido, colándose, más tarde, el zinc en lingoteras.

El zinc puede obtenerse también por electrolisis de una disolución de sulfato. El metal se precipita en el polo negativo y el ácido sulfúrico libre ataca al mineral y regenera el baño.

METALURGIA DEL PLATINO

El platino.—Es un metal blanco agrisado, blando como la plata, tenaz, maleable, muy dúctil, infusible é inoxidable.

Aplicaciones.—Utilízase el platino para la fabricación de las calderas en que se refina el ácido sulfúrico, de crisoles, cápsulas, puntas de soplete, medallas, etc.

Estado natural del platino.—El platino existe al estado *nativo* en los aluviones antiguos, en gramos ó pepitas, generalmente, asociado al oro, al paladio, al osmio y al iridio.

Extracción del platino.—Enriquecidas las arenas platiníferas, por el lavado, hasta que contengan 80 por 100 de platino, y separado el oro por amalgamación, se tratan por el *agua regia* en caliente, se evapora el líquido hasta consistencia de jarabe, se extiende en el agua y se precipita el platino por el cloruro amónico. El cloroplatinato de amonio formado se calcina, para descomponerlo, y se obtiene la esponja de platino, que, calentada al *rojo*, se comprime entre cilindros de hierro.

El platino se obtiene también por *via seca*, fundiéndolo con su peso de galena. Se separan la escoria y la mata formadas, y el plomo fundido, que contiene todo el platino, se somete á la copelación.

La producción anual del platino es de unos 4.000 kilogramos, y su precio oscila entre 1.500 y 2.000 francos el kilogramo.

METALURGIA DEL ESTAÑO

El estaño.—Es un metal blanco, con brillo argentino, blando y poco tenaz, muy maleable, que se funde á 228° y se volatiliza al *rojo vivo*, inalterable al aire, pero fácilmente oxidable á temperaturas elevadas, sobre todo en presencia de la sílice.

Aplicaciones.—Se emplea para recubrir las vasijas de cobre y hierro (estañado), para la fabricación del bronce, de la hoja de lata, del metal *blanco*, de la soldadura de plomeros, etc.

Menas de estaño.—El único mineral explotable es el óxido de estaño (*casiterita*), acompañado de hierro, arsénico, azufre, antimonio y, con frecuencia, de tungsteno.

Tratamiento de la mena.—Los minerales de estaño son, generalmente, de baja ley, y para que su tratamiento metalúrgico resulte económico, es necesario enriquecerlos por medio de una preparación mecánica, que consiste en la trituración y el lavado, para separar de la casiterita las gangas terrosas. Cuando el mineral, así tratado, contiene de 25 á 30 por 100 de óxido de estaño, se calcina ligeramente, para eliminar parte del arsénico y del antimonio y transformar los sulfuros en sulfatos. Estos desaparecen, disueltos y arrastrados por el agua, al someter la masa calcinada á un nuevo lavado.

Reducción.—La mena, enriquecida y depurada, se reduce en hornos de reverbero ó de cuba, mezclándola con carbón de madera ó con antracita y un poco de espato fluor. Fundido el estaño, y separada la escoria, se cuele, haciéndole pasar al crisol, revestido de carbón en polvo, que existe delante del horno, y en el que permanece algún tiempo cubierto de carbón. Después se espuma y se cuele en lingoteras.

Afinación.—El lingote, estaño en barras, es bastante impuro, y hay necesidad de afinarlo, por licuación ó nueva fusión.

Para completar la afinación se le refunde en calderas, en las que se bracea con ramas ó trozos de madera verde, para que el vapor de agua y los gases producidos eleven á la superficie las materias extrañas. Espumado el baño, se deja en reposo, para que se precipiten el hierro y el tungsteno, y se decanta el metal.

La producción del estaño se eleva á unas 60.000 toneladas, y el precio medio suele ser de 2.000 francos por tonelada.

EL NÍQUEL

El níquel.—Es un metal de color blanco-gris, brillante, muy tenaz, dúctil y maleable, muy refractario é inalterable al aire.

Aplicaciones.—Se emplea el níquel para cubrir los metales oxidables, hierro y acero, entra en varias aleaciones para preparar el *metal blanco*, empleado en la fabricación de cubiertos, bandejas y otros objetos análogos, y en la obtención del *ferro-níquel* ó acero de blindaje.

Minerales de níquel.—Las principales son: el *sulfuro* y el *sulfo-arseniuro* de níquel y la *garnierita* (hidro-silicato de níquel y magnesio), muy abundante en Nueva Caledonia.

La mayor parte del níquel comercial se obtiene actualmente de la garnierita, ya se beneficie en Nueva Caledonia, ya se importe la mena en Inglaterra, Alemania ó Francia.

Tratamiento de las menas de níquel.—La garnierita se funde para *mata* en hornos de cuba, mezclándola con azufre ó sulfuros y materias calcáreas ó alcalinas, ó con el yeso, para separar el níquel y el hierro, al estado de sulfuros, de la sílice, que pasa á la escoria. Las *matas* así obtenidas contienen hasta 50 por 100 de níquel y 30 por 100 de hierro.

Afinación.—La afinación de las matas comprende dos operaciones: la separación del hierro y la eliminación del azufre.

Para hacer desaparecer el hierro de la *mata*, se somete ésta á la calcinación, seguida de fusión, en hornos de reverbero, adicionando la sílice necesaria para la escorificación de este metal. La operación se repite segunda vez.

La afinación puede llevarse á cabo con gran rapidez tratando la *mata* en el convertidor Bessemer, por el procedimiento Manhes.

Para eliminar el azufre se pulveriza la *mata* y se calcina dos veces consecutivas en hornos de reverbero, obteniéndose el óxido de níquel con 0,5 por 100 de azufre.

Reducción.—El óxido de níquel, producido por el último tratamiento, se reduce á metal, con el carbón de madera, en crisoles, previamente mezclado con harina, y formando una pasta que se moldea en pequeños cubos ó rodajas. Terminada la des-

oxidación, es necesario elevar la temperatura á 1.200° para que el metal se aglomere y forme una masa compacta.

En el Canadá existen importantes yacimientos de sulfuros de cobre y níquel, que contienen de 3 á 4 por 100 de cada uno de estos metales, y cuya explotación produce de 4.000 á 5.000 toneladas de níquel. Estos sulfuros se calcinan y se funden en hornos de cuba, obteniendo *matas* con 20 á 25 por 100 de níquel y otro tanto de cobre, que se afinan por los procedimientos ordinarios para conseguir aleaciones propias para la fabricación del *metal blanco*.

Para obtener el níquel de esta aleación, se separa del cobre, siendo la *electrolisis* el mejor procedimiento.

CAPÍTULO XIII

SALES SÓDICAS Y POTÁSICAS

SALES DE SODIO

Las sales de sodio son compuestos químicos resultantes de la sustitución del hidrógeno básico de los ácidos por este metal.

Las sales sódicas que tienen más importancia industrial son: el *cloruro*, el *sulfato*, el *carbonato* y el *nitrate*. De esta última nos ocuparemos al tratar del nitrógeno y sus combinaciones.

EL CLORURO DE SODIO

La sal común.—La más importante de las sales de sodio, por su abundancia en la naturaleza, por su papel fisiológico, por el consumo que de ella se hace y por sus aplicaciones industriales, es el cloruro sódico ó *sal común*.

Propiedades del cloruro sódico.—Cristalizada, en cubos, y pura es incolora y transparente, mezclada con otras sustancias es blanca ó diversamente coloreada. Es soluble en el agua, á la que comunica un sabor sumamente salado, é insoluble en el alcohol, se funde al *rojo vivo*, se volatiliza al *rojo blanco* y es descompuesta por el ácido sulfúrico y por el bicarbonato amónico.

Aplicaciones de la sal.—Empléase la sal como condimento, para conservar las carnes, los pescados, los quesos y las mantecas; para la fabricación del sodio, del sulfato y del carbonato sódicos, del cloro y del ácido clorhídrico; para la obtención de la plata, para el vidriado de la porcelana, etc.

Criaderos de sal.—La sal común es una de las especies minerales que más abundan. Se halla en disolución en el agua del mar y en muchos lagos y manantiales, y existen numerosos y vastos yacimientos de sal *sólida* (sal *gema* ó sal *pie*dra).

España es, después de Rusia y Austria, la nación de Europa más favorecida por la naturaleza en criaderos de sal y manantiales salinos.

Entre los primeros merecen citarse el de Cardona (Barcelona), el de Minglanilla (Cuenca), el de Remolinos (Zaragoza), Valtierra (Pamplona), Hellin (Albacete), Salinas de Forcada en Estopiñán (Huesca), etc., y entre los segundos, el de Cabezón de la Sal (Santander), los de Imón y la Olmeda (Guadalajara), los de Naval, Salinas de Hoz y Peralta de la Sal (Huesca y los de Requena y Villargordo (Valencia).

Por la enorme masa de sal que contiene, por su pureza y por lo fácil de su explotación, tiene excepcional importancia el criadero de Cardona, correspondiente á la época *terciaria* y al período *coceno*, que se eleva en forma de anfiteatro en la falda meridional del cerro en que se levanta la villa, con una superficie, en la parte descubierta, de 1.270.000 metros cuadrados. Aunque no se ha llegado á los límites del criadero, la masa hoy en explotación no representa menos de 200.000.000 de toneladas.

Sigue en importancia á éste el criadero de Minglanilla, situado á dos kilómetros al Norte de la población, correspondiente á la época *secundaria* y al período *triásico*. La masa de sal se halla reconocida en una longitud de 1.000 metros, una anchura de 600 y un espesor de 60, resultando cubicado un macizo de 36.000.000 de metros, equivalentes á unos 76.000.000 de toneladas.

Entre las lagunas saladas está la de Fuente-Piedra (Málaga), próxima á desaparecer, que antes del desagüe, llevado á cabo en 1876, ocupaba una extensión de 18 kilómetros cuadrados, quedando cada año en su fondo, por la evaporación durante el verano, una capa de sal de 10 centímetros de espesor, y la de La Mata en Torrevieja (Alicante), cuya producción es tal, que se dice podría abastecer á toda la Península sin que se agotase.

Extracción de la sal marina.—El cloruro sódico disuelto en el agua del mar puede separarse de ella por evaporación espontánea, por evaporación en calderas y por enfriamiento.

El primer procedimiento consiste en llevar el agua del mar á

estanques de gran superficie y poco fondo, en los cuales se deja expuesta al calor solar para que, concentrada por evaporación, la sal sobrepase el punto de saturación y se precipite en el fondo de los mismos. Precipitada la sal en cantidad suficiente, se recoge, se lava, para refinarla, con agua clara saturada y se seca.

Cuando el calor solar no es suficiente para determinar la evaporación necesaria para que la sal se precipite, se calientan las aguas, á fuego directo ó por medio del vapor, en calderas de hierro rectangulares y de poca profundidad, hasta que la sal se haya depositado en el fondo de las mismas.

En los países del Norte, la sal se obtiene por *refrigeración*. Este procedimiento está basado en el hecho de que cuando una disolución de cloruro de sodio se somete á la congelación, se separa en dos capas; una de agua casi pura que se hiela y otra de agua salina más concentrada. Extraído el hielo, que sobrenada, y repetida esta operación, se consigue que la sal cristalice.

Obtención de la sal gema.—Las formaciones de sal gema, ya correspondan á la *época primaria*, ya á la *terciaria*, aparecen siempre á grandes profundidades, y sólo pueden explotarse por galerías ó cámaras, á las que se descende por pozos que sirven, á la vez, para extraer la sal, y por tallas de frente que siguen la dirección de la capa.

Cuando la sal es muy impura ó está impregnada de arcilla y otras substancias terrosas, la explotación de la salina se hace por *galerías y cámaras de disolución*, que, poco á poco, se llenan de agua. Esta ataca el fondo y las paredes y, más tarde, el techo, disolviendo la sal. Cuando la disolución se ha saturado, se extrae por medio de bombas, y de ella se obtiene la sal por evaporación.

Cardona es el único yacimiento de sal gema que se explota á cielo abierto. La masa salina se halla en el recubierta de una capa de tierra de poco espesor, que las aguas han arrastrado en ciertos puntos, abarrancando el terreno, y en ellos aparece la sal al descubierto, presentando frentes que llegan hasta 90 metros de altura. Por tanto, la explotación se hace mediante tallas escalonadas de abajo arriba ó en *gradería*, siguiendo las labores en profundidad por medio de zanjas de 30 á 40 metros de longitud por 8 ó 10 de anchura.

La de Minglanilla se explota por el sistema de *huecos y pilares*, por galerías cruzadas, de E. á O. y de N. á S., á partir del pozo de bajada «*El Caracol*», (escalera de 206 peldaños) y de las que la principal ó *mina real* mide 1.000 metros.

EL SULFATO SÓDICO

Propiedades del sulfato sódico.—Sólido, incoloro, anhidro ó hidratado, cristalizando en octaedros en el primer caso y en prismas romboidales en el segundo, es efflorescente, muy soluble en el agua, de sabor salado y amargo, se funde *al rojo* y se reduce en presencia del carbón.

Constituye la primera materia en la industria del carbonato sódico y se emplea en la fabricación del vidrio.

Primeras materias.—Las materias de que se obtiene el sulfato sódico son: las *aguas-madres de las salinas*, los minerales de Stassfurth, el cloruro de sodio y la *thenardita* y *glauberita*, de los que hay varios yacimientos en España.

Obtención del sulfato sódico.—La separación de esta sal de las *aguas madres* de las salinas está basada en la transformación del sulfato magnésico de las mismas, en sulfato sódico, por el cloruro de sodio que retienen, sometidas estas sales á temperaturas inferiores á 0°.

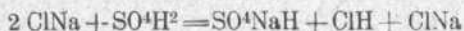
Concentradas á 35° las aguas madres y enfriadas, abandonan el sulfato magnésico y el cloruro de sodio, *sal mixta*.

Redisuelta la sal mixta, y sometida la disolución á una temperatura de—5°, reaccionan el cloruro de sodio y el sulfato de magnesio, formándose sulfato sódico, que se precipita, y cloruro de magnesio, que queda en disolución. El sulfato sódico se recoge, se lava ligeramente y se calcina para deshidratarlo.

La mayor parte del sulfato de sodio empleado en la fabricación de la *sosa* procede de la descomposición de la sal común por el ácido sulfúrico. Esta se opera en hornos de reverbero, ó en hornos giratorios, y comprende dos periodos: en el primero la sal se descompone parcialmente, en el interior de cubetas de fundición en las que se vierte el ácido sulfúrico, con producción de bisulfato sódico, y en el segundo termina la reacción, sobre la plaza del horno, transformándose esta sal en sulfato neutro.

La teoría de esta reacción es la siguiente: Puestos en presencia el cloruro de sodio y el ácido sulfúrico, bajo la influencia del calor, se descomponen en parte. Un átomo de sodio de las dos moléculas de cloruro empleadas substituye á un átomo de hidrógeno de otra molécula de ácido sulfúrico, con formación de bisulfato

sódico, y éste se combina con el cloro libre, con producción de ácido clorhídrico, de este modo:



En la segunda fase de la reacción, bajo la influencia de la temperatura elevada del suelo del horno en que se extiende la masa, el átomo de sodio de la otra molécula del cloruro no descompuesto substituye al átomo de hidrógeno del bisulfato, que, á su vez, se combina con el cloro, formándose sulfato de sodio y ácido clorhídrico, de esta manera:



El sulfato sódico puede también obtenerse, sin la producción previa del ácido sulfúrico, tratando directamente la sal común por el anhídrido sulfuroso, resultante de la calcinación de las pirritas, en presencia del aire y del vapor de agua, que, transformándose en ácido sulfúrico, descompone el cloruro sódico, dando lugar al sulfato de sodio.

EL CARBONATO SÓDICO Y SU FABRICACIÓN

El carbonato sódico.—Esta sal, *sosa* del comercio, es blanca y amorfa ó incolora y cristalizada en prismas romboidales oblicuos, según sea anhidra ó hidratada, soluble en el agua, de sabor á legía, eflorescente, fusible al rojo, que no se descompone por el calor y se transforma en *sosa cáustica* por el hidrato cálcico.

Importancia del carbonato sódico.—La *sosa* constituye la primera materia en la industria jabonera, en la preparación de la *sosa cáustica*, del borax, del hipoclorito é hiposulfito sódicos; se emplea en la fabricación del vidrio, en la tintorería, etc, y su producción se eleva en Europa á más de 600.000 toneladas.

Primeras materias.—La *sosa* se obtiene del reino vegetal, de las aguas de algunos lagos y manantiales, de la *criolita*, y sobre todo del sulfato sódico, mediante el carbón y la creta, y de la sal común, ya por la acción del bicarbonato amóniaco, ya por electrolisis.

Sosa vegetal.—Las plantas que vegetan en terrenos salados ó en las proximidades del mar almacenan en sus tejidos grandes cantidades de sodio, en combinación con los ácidos orgánicos,

que abandonan en sus cenizas bajo la forma de carbonato, siendo las especies más á propósito para la obtención de la *sosa* las que pertenecen á los géneros *Salsola*, *Salicornia* y *Chenopodium*, de la familia de las *Salsoláceas*.

Para obtener la *sosa* de estas plantas se las quema, después de secas, en hoyos de 1,50 metros de anchura por uno de profundidad, removiéndolas frecuentemente para que la combustión sea completa. Las cenizas, acumuladas en la fosa, y que, á consecuencia de lo elevado de la temperatura, experimentan una semifusión, constituyen la *barrilla*, que contiene de 15 á 25 por 100 de carbonato sódico.

La fabricación de las *barrillas* tuvo en España una importancia extraordinaria hasta principios del siglo pasado, siendo las más apreciadas las de Alicante, Cartagena y Málaga. La riqueza representada por tan sencilla y rudimentaria industria era tal, que solamente Francia exportaba anualmente barrillas por valor de 30 millones de francos.

Sosa nativa.—En los Estados Unidos de América existen numerosos lagos cuyas aguas son ricas en carbonato sódico, que han comenzado á explotarse, temiéndose que esta explotación constituya una seria amenaza para la industria europea.

El carbonato sódico se obtiene de estas aguas concentrándolas, por evaporación espontánea, en balsas escalonadas, en las últimas de las que cristaliza.

Sosa industrial.—La mayor parte del carbonato sódico comercial se obtiene por los procedimientos industriales de *Leblanc* y *Solvay* (*sosa al amoniaco*, y por *electrolisis*).

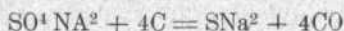
El procedimiento *Leblanc* parte de la preparación del sulfato sódico, de la cual en muchas fábricas no es más que la continuación, y todo él estriba en reducir esta sal, por el carbón, y transformar en carbonato sódico, mediante la caliza, el sulfuro producido.

La operación se lleva á cabo en hornos de reverbero de uno ó dos pisos, en los que se hace avanzar á la masa hacia el hogar, braceándola repetidas veces tan pronto como se inicie la fusión, y la carga se prepara con 225 kilogramos de sulfato sódico, 240 de creta y 120 de hulla.

Los hornos de reverbero se han substituído por *hornos rotatorios*, que consisten en cilindros de fundición revestidos interior-

mente de ladrillos refractarios, adosados a hogares de modo que las llamas puedan penetrar en ellos.

Teoría del método de Leblanc.—Puestos en presencia el sulfato sódico y el carbón, á la temperatura del *rojo* y en una atmósfera reductora, el carbono se apodera del oxígeno del sulfato, formándose sulfuro de sodio y óxido de carbono, habiendo exceso de carbón, como sucede de ordinario, de este modo:



Formado el sulfuro de sodio, reacciona sobre el carbonato cálcico, operándose una doble descomposición en la que mutuamente se substituyen el calcio y el sodio, con producción de carbonato sódico y sulfuro cálcico, como se ve en la ecuación siguiente:



Como generalmente hay exceso de carbón y de creta, ésta se reduce á óxido de calcio, que, en la lixiviación de la *sosa bruta*, da lugar á hidrato sódico.

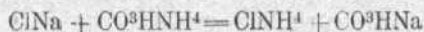
La *sosa* obtenida por el procedimiento *Leblanc* sólo contiene de 40 á 50 por 100 de carbonato sódico, y para enriquecerla y separar las materias extrañas, se *refina*. Esta operación se lleva á cabo lixiviando la *sosa* en cajas de palastro provistas de un falso fondo agujerado en el que se coloca la sal.

El agua que disuelve el carbonato sódico, va pasando de una á otra caja hasta que se satura. La legía se evapora á sequedad completa, ó hasta que la mayor parte de la *sosa* se precipita, obteniendo, en este caso, un carbonato sódico con una molécula de agua.

La *sosa* cristalizada se prepara redisolviendo el carbonato refinado en el agua hirviendo hasta que la legía marque 32°. Aclarada la solución, se vierte en cristalizadores, en los que la sal se precipita en cristales voluminosos con 10 moléculas de agua (64 por 100).

Sosa al amoniaco.—El sistema *Leblanc* ha sido, en gran parte, reemplazado por el procedimiento *Solvay*, que suprime la fabricación del ácido sulfúrico y del sulfato sódico, da una sal más pura y regenera las primeras materias. Consiste en descomponer directamente el cloruro de sodio por el bicarbonato amónico y transformar el bicarbonato sódico resultante en carbonato.

Teoría.—El cloruro de sodio y el bicarbonato amónico, disueltos en el agua, se descomponen; el radical amonio y el sodio se substituyen mutuamente, formándose cloruro amónico y bicarbonato sódico, según la ecuación



El bicarbonato sódico se reduce á carbonato por el calor, perdiendo una molécula de anhídrido carbónico y dando lugar á la formación de otra molécula de agua en vapor, de este modo:



La operación se lleva á cabo en grandes cilindros, en los que se introduce una disolución concentrada de cloruro de sodio y amoniaco. Sobre ellas se hace pasar una corriente de anhídrido carbónico, á la presión de dos atmósferas, que transforma el amoniaco en bicarbonato amónico. Este reacciona sobre el cloruro sódico, produciendo el bicarbonato de sodio, que, siendo poco soluble, se precipita. Se filtra, se recoge, se deseca y se calcina esta sal, para convertirla en carbonato, y el anhídrido carbónico desprendido se utiliza nuevamente.

El amoniaco se recupera descomponiendo el cloruro amónico por la cal, haciéndole entrar indefinidamente en la fabricacion.

Sosa por electrolisis.—La preparación de la *sosa* por electrolisis se considera como el procedimiento más rápido y económico, y espérase que, vencidas las dificultades con que aún tropieza, ha de competir ventajosamente con los de Leblanc y Solvay. Redúcese á descomponer el cloruro sódico, disuelto en el agua, por medio de una corriente eléctrica, aislando el sodio, que, hidratándose, da origen á la *sosa cáustica*. La electrolisis se practica en recipientes de forma y naturaleza variables, en los que el *anodo* y el *catodo* se separan por tabiques que, dejando paso á la corriente, se oponen al contacto del cloro y del hidrato sódico, y á la reconstitución consiguiente de la sal común.

SALES DE POTASIO

Las sales potásicas son cuerpos resultantes de la substitución del hidrógeno básico de los ácidos por el metal potasio.

Las más importantes de estas sales son: el *cloruro*, el *sulfato*,

el *carbonato* y el *nitrate*. De éste nos ocuparemos al estudiar las combinaciones del nitrógeno.

EL CLORURO DE POTASIO Y SU PREPARACIÓN

El cloruro potásico.—Es una sal incolora cuando es pura, que cristaliza en cubos, muy soluble en el agua, de sabor salado, fusible al *rojo sombrío* y volatilizable al *rojo vivo*, descomponible por el ácido sulfúrico y el nitrato sódico, en caliente, cuyas reacciones constituyen la base de las fabricaciones del sulfato y del nitrato potásicos.

Aplicaciones del cloruro de potasio.—Esta sal se emplea para la obtención del hidrato, del sulfato, del carbonato, del nitrato y del clorato potásicos, como abono por la agricultura y para la fabricación del cloro por electrolisis.

Obtención del cloruro de potasio.—El cloruro potásico abunda sobre manera en la naturaleza, y se extrae de las *aguas madres* de las salinas, de las cenizas de las plantas marinas y de los *minerales de Stassfurth*, principalmente de la *carnalita*.

Cloruro potásico de las aguas madres.—El cloruro de potasio que el agua de mar contiene, queda en las *aguas madres*, después de la extracción de la sal común. Separado por enfriamiento, según sabemos, el sulfato sódico de estas aguas, se concentran á 36° Beaumé á la temperatura de la ebullición, y se las vierte en cristalizadores, en los que, al enfriarse, se precipita el cloruro doble potásico magnésico, que, lavado con una cantidad de agua fría igual á la mitad de su peso, cede á ésta el cloruro de magnesio, mientras queda sin disolver la mayor parte del cloruro de potasio, que se recoge, se lava y se deseca.

Cloruro potásico de las plantas marinas.—Las *algas*, *fucos*, *laminarias* y otras plantas marinas, recogen y concentran en sus tejidos el cloruro y el sulfato potásicos que el agua del mar contiene en disolución, y de ellas se ha obtenido hasta hace pocos años la mayor parte del cloruro de potasio comercial. Para ello se sometían estas plantas á la combustión, una vez desecadas, y sus cenizas se lixivaban para disolver el cloruro potásico. La legía se concentraba y se vertía en cristalizadores, donde tenía lugar la precipitación de esta sal.

Cloruro potásico de Stassfurth.—La mayor parte del cloruro potásico que la agricultura y la industria utilizan procede de las minas de Stassfurth, y de la *carnalita*, que es un cloruro doble de potasio y magnesio, con cloruro sódico y sulfato magnésico.

Para prepararlo, se pulveriza la carnalita y se trata por el agua, en recipientes de fundición provistos de un agitador de paletas, calentados por el vapor. El agua disuelve casi todo el cloruro doble, quedando como residuo la mayor parte del cloruro sódico y el sulfato magnésico. La disolución se deja enfriar en cristalizadores, en los que se precipita el cloruro potásico.

Las aguas madres se concentran á 36° Beaumé, para obtener una nueva cantidad de esta sal. Concentradas otra vez las aguas restantes, se separa de ellas, por enfriamiento, el cloruro potásico-magnésico, *carnalita artificial*, que, por un tratamiento análogo, dará cloruro de potasio.

El cloruro potásico obtenido se lava, para purificarlo, y se deseca sobre placas de fundición calentadas por el vapor, ó se calienta ligeramente en hornos de reverbero.

EL SULFATO POTÁSICO Y SU FABRICACIÓN

El sulfato potásico.—Es sólido, cristaliza en prismas exágonos apuntados por pirámides exagonales, incoloros y transparentes, de sabor salado y amargo, poco soluble en el agua, fusible al rojo, no se descompone por el calor sólo, pero se reduce en presencia del carbón.

Aplicaciones.—El sulfato de potasio constituye la primera materia en la fabricación del carbonato potásico por el procedimiento *Leblanc*, se emplea en la obtención del alumbre y del nitrato potásico y como abono por la agricultura.

Obtención del sulfato potásico.—Obtiene, como el cloruro de potasio, de las cenizas de las plantas marinas, en las que se encuentra en la proporción media de 10 por 100. Los residuos que quedan del tratamiento de estas cenizas para la separación del cloruro se lavan, para disolver el sulfato, y la legía se concentra á 36.º Beaumé.

El sulfato potásico, que se precipita, cristalizando, durante la concentración, se extrae, se lava, para purificarlo, y se deseca.

Esta sal puede también obtenerse atacando el cloruro de potasio por el ácido sulfúrico, á la manera que el sulfato de sodio, pero la mayor parte del sulfato potásico que la agricultura y la industria consumen procede de los minerales de Stassfurth.

Para prepararlo se utiliza la *kieserita* ó sulfato de magnesio, que se transforma en sulfato potásico mediante el cloruro de potasio. Al efecto, se hacen reaccionar en caliente, y en disolución en el agua, la *kieserita* y el cloruro potásico. De esta reacción resultan dos sales dobles; sulfato potásico-magnésico y cloruro de potasio y magnesio, que se separan por cristalización. El sulfato potásico-magnésico se trata de nuevo por el cloruro de potasio, formándose, por doble descomposición, sulfato potásico y cloruro magnésico, que se separan fácilmente por ser el primero mucho menos soluble que el segundo.

Por un tratamiento análogo obtiéndose también la sal en cuestión de la *kainita*, sulfato de potasio y magnesio con cloruro magnésico, una vez separado este último.

EL CARBONATO POTÁSICO Y SU OBTENCIÓN

El carbonato potásico.—Esta sal, conocida en el comercio con el nombre de *potasa*, es sólida, blanca, delicuescente, muy soluble en el agua, de sabor cáustico, se funde al calor *rojo* sin descomponerse, se reduce á alta temperatura por el carbón y se transforma por el hidrato cálcico en hidrato potásico ó *potasa cáustica*.

Aplicaciones.—El carbonato potásico se emplea para obtener el potasio y la *potasa cáustica*, en la fabricación del cristal, del jabón blando, del nitrato, del clorato y del cianuro potásicos, en el blanqueo de los tejidos, en el desengrasado de las lanas, etc.

Obtención del carbonato potásico.—La *potasa* se obtiene de las cenizas de los vegetales, de las *melazas* de remolacha, de las aguas del lavado de la lana y del cloruro y sulfato potásicos.

Potasa vegetal.—Hasta hace pocos años toda la *potasa comercial* se obtenía del reino vegetal, á la manera que la *barrilla*.

Las plantas terrestres absorben gran cantidad de potasa, que

almacenan en sus tejidos, en combinación con los ácidos orgánicos, y que abandonan en sus cenizas.

Quemadas estas plantas, se recoge la ceniza y se lixivia en cubas dispuestas en serie y provistas de un falso fondo. La legía, suficientemente concentrada, se evapora á sequedad en calderas de palastro, y el producto obtenido, de color obscuro, *potasa bruta* se calcina en hornos de reverbero, para blanquearlo y deshidratarlo. La *potasa* así obtenida contiene hasta 74 por 100 de carbonato de potasio.

De las heces del vino que quedan en las cubas ó barricas se extrae la *potasa*, transformando, por la calcinación, el bitartrato que contienen en carbonato. Esta industria carece hoy de importancia por ser más ventajosa la separación del ácido tártrico.

Las *melazas* de remolacha han constituido durante muchos años uno de los primeros manantiales de potasa comercial.

Sometidas á la fermentación, para transformar el azúcar en alcohol, y, más tarde, á la destilación, para obtener este cuerpo, abandonan vinazas que se evaporan á sequedad. El residuo, calcinado, da un *salino* que contiene 35 por 100 de carbonato potásico, 5 por 100 de sulfato y 17 por 100 de cloruro, y que se emplea directamente en la fabricación de jabones blandos ó sirve para la preparación de las sales potásicas más importantes.

Por fin, obtiéndose también la *potasa* del reino animal, y como producto secundario de la industria de la lana, cuyas aguas de lavado contienen el suintato de potasio, que se transforma en carbonato.

Potasa industrial.—La mayor parte de la *potasa* del comercio se prepara actualmente por el procedimiento *Leblanc*, calcinando el sulfato potásico en presencia del carbón y de la creta, en hornos de reverbero, ó en cilindros giratorios.

Prepárase también el carbonato potásico tratando el sulfato de potasio por el carbonato de bario. En la reacción que se produce se forma sulfato de bario, insoluble, y carbonato potásico, que, siendo soluble, puede separarse fácilmente.

Por un procedimiento análogo al de Solvay se fabrica el bicarbonato potásico, reemplazando el amoniaco por la *trimetilamina*.

Por último, por la vía electrolítica se obtiene el hidrato potásico, descomponiendo el cloruro en recipientes en que el *anodo* y el *catodo* están separados por diafragmas porosos.

EL CLORO Y SUS COMPUESTOS INDUSTRIALES

El cloro.—Es un cuerpo simple, gaseoso, de color amarillo verdoso, de olor fuerte é irritante, dotado de enérgicas afinidades, sobre todo respecto del hidrógeno, á las que se deben sus aplicaciones industriales.

Aplacaciones del cloro.—Se emplea como descolorante, en el blanqueo de los tejidos y de las pastas destinadas á la fabricación del papel, como desinfectante y en la preparación de los cloruros y de los hipocloritos.

Primeras materias en la fabricación del cloro.—El cloro no se encuentra libre en la naturaleza, pero abunda en combinación con los metales, bajo la forma de cloruros, siendo la sal común el cloruro del que, mediata ó inmediatamente, se obtiene la mayor parte del cloro que la industria consume.

Obtención del cloro —Aunque el cloro puede obtenerse directamente del cloruro de sodio, en general, se parte del ácido clorhídrico, como producto secundario de la fabricación de la *sosa* por el procedimiento *Leblanc*.

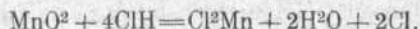
La preparación del cloro con el ácido clorhídrico está basada en la descomposición de éste por el sobreóxido de manganeso, con formación de cloruro de este metal y agua, quedando el cloro en libertad.

La operación se lleva á cabo, en la fabricación en grande escala, en recipientes cilindricos ó prismáticos de piedra silícea ó de lava, cerrados por una plancha de plomo, y provistos de un falso fondo, en el que se coloca el bióxido de manganeso.

Por la parte superior están las aberturas necesarias para la penetración del ácido clorhídrico, del vapor destinado á la calefacción y del bióxido de manganeso, y á la salida del cloro, y por la inferior otra, destinada á la extracción del cloruro de manganeso formado.

La teoría de la fabricación del cloro por este procedimiento es la siguiente. Puestos en presencia el ácido clorhídrico y el bióxido de manganeso, se descomponen. La reacción, que comienza á la temperatura ordinaria y se termina bajo la acción del calor del vapor de agua inyectado, se verifica entre cuatro moléculas del primero y una del segundo, substituyendo el manganeso al hidrógeno del ácido,

con formación de bicloruro de este metal, ó tetracloruro, según Nikles, que, por el calor, se descompone en protocloruro y cloro libre, mientras que el hidrógeno se combina con el oxígeno del bióxido, con producción de dos moléculas de agua, de este modo:

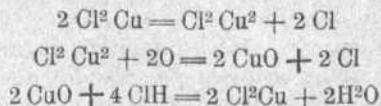


En esta reacción sólo queda libre la mitad del cloro del ácido clorhídrico, perdiéndose la otra mitad en el cloruro de manganeso. Esto ha hecho pensar en la recuperación de estos dos cuerpos, de modo que puedan volver á entrar en la fabricación.

Por lo que respecta al manganeso, este se recobra por los procedimientos, entre otros, de *Dunloy* y *Weldon*. El primero consiste en transformar el cloruro de manganeso en carbonato, por medio de la creta, y eliminar, por la calcinación, el anhídrido carbónico del mismo. En el procedimiento *Weldon* se descompone por la cal el cloruro de manganeso, sobreoxidando el protóxido de manganeso por una inyección de aire. No parece, sin embargo, que se forme bióxido de manganeso, sino bimanganito de calcio, que consume inútilmente cantidades no despreciables de ácido clorhídrico, cuando vuelve á la nueva fabricación.

Para evitar la pérdida del cloro, se ha substituído el bióxido de manganeso por el óxido de cobre, haciendo pasar al cloro del ácido clorhídrico por la forma de cloruro cúprico. Este se reduce por el calor á cloruro cuproso, que, en presencia del aire, se descompone en cloro y óxido de cobre, que pasa de nuevo á cloruro cúprico bajo la acción del ácido clorhídrico.

Este procedimiento, debido á *Deacon*, está basado en las reacciones representadas por las ecuaciones siguientes:



El ácido clorhídrico mezclado con aire se hace llegar á cámaras calentadas á 500°, en las que pasa sobre ladrillos impregnados de sulfato cúprico, descomponiéndose por intermedio de esta sal, y con el concurso del oxígeno del aire, sin dejar residuos inútiles.

Puede también obtenerse el cloro descomponiendo el ácido

clorhídrico por el ácido nítrico. Este se reduce á peróxido de nitrógeno, que, reoxidado por una corriente de aire, regenera el ácido gastado.

Cloro de los cloruros.—El cloro puede separarse directamente de los cloruros sin hacerle pasar por el estado de ácido clorhídrico.

Empléase al efecto, el cloruro de sodio, descomponiéndolo por el ácido sulfúrico, en presencia de un cuerpo oxidante, el bióxido de manganeso, que impide al hidrógeno del ácido combinarse con el cloro. La reacción se verifica entre dos moléculas de cloruro de sodio y dos de ácido sulfúrico, con formación de sulfato sódico, sulfato de manganeso y agua, desprendiéndose todo el cloro de la sal.

Se ha querido aprovechar para preparar el cloro el cloruro de magnesio que en gran cantidad queda como residuo de la fabricación de las sales potásicas de Stassfurth, aunque se tropieza con bastantes dificultades. Parece, sin embargo, que algunas fábricas lo separan de esta sal, previamente transformada en oxiclورو, para desecarla, descomponiéndola en una corriente de aire á la temperatura de 1.000 grados.

De los cloruros de sodio y potasio se obtiene también el cloro, á la vez que los hidratos de estos metales, por electrólisis.

Cloruro de calcio.—La mayor parte del cloro producido por la industria se emplea en la fabricación de los *hipocloritos descolorantes*, entre los que tiene importancia el de calcio ó *cloruro de cal* del comercio.

Esta sal parece resultar de la combinación del calcio con el cloro y el ácido hipocloroso, y se supone que es un *clorohipoclorito cálcico*. Es blanca, cáustica, de olor á cloro, soluble en el agua, descomponible por los ácidos débiles, que se emplea mucho como descolorante y desinfectante.

Se prepara el *cloruro de calcio* haciendo llegar el cloro á cámaras de plomo divididas en pisos por medio de grandes piezas de pizarra, sobre las que se deposita la cal apagada, seca y tamizada, en capas delgadas.

EL ÁCIDO CLORHÍDRICO Y SU FABRICACIÓN

El ácido clorhídrico.—Es gaseoso, incoloro, de sabor fuertemente ácido, muy soluble en el agua, indescomponible por

el calor, que ataca á la mayor parte de los metales, con formación de cloruros y desprendimiento de hidrógeno, y se descompone bajo la acción de cuerpos oxidantes, quedando el cloro en libertad.

Aplicaciones del ácido clorhídrico.—Utilízase para la obtención del cloro, del *agua regia* y del cloruro amónico, en la fabricación de la cola fuerte, en la revivificación del *negro de refinerías* y en la purificación de la arena empleada en la cristalería.

Obtención del ácido clorhídrico.—El ácido clorhídrico se obtiene de los cloruros, y particularmente del cloruro de sodio, constituyendo, como sabemos, un producto secundario de la fabricación de la *sosa* por el procedimiento Leblanc. Ya hemos visto que en la descomposición del cloruro sódico por el ácido sulfúrico el cloro se combina con el hidrógeno de este último para formar el ácido clorhídrico. Esta reacción quedó expuesta al tratar de la preparación del sulfato sódico.

El ácido clorhídrico líquido del comercio no es otra cosa que una disolución en el agua de este gas, que, á lo sumo, marca 21° en el areómetro, que corresponden á 32 por 100 de ácido.

La condensación del ácido se lleva á cabo en bombonas de gres, dispuestas en serie y en comunicación unas con otras, á la primeras de las cuales llega el tubo de desprendimiento del gas clorhídrico de los hornos ó cilindros en que se produce, ó en torres de sección cuadrada, construidas con materiales silíceos, y divididas en varias cámaras rellenas de koc, á través del que cae el agua muy dividida. Esta va disolviendo el gas que marcha en sentido contrario, ó de abajo arriba, y se reúne en la cámara inferior, de la que se extrae por un tubo de salida.

CAPÍTULO XIV

EL AZUFRE Y SUS DERIVADOS

El azufre.—Es un cuerpo sólido, que cristaliza en octaedros ó en prismas orthorrómbicos de color amarillo de limón, insoluble en el agua, muy soluble en el sulfuro de carbono, se funde á 114°, se volatiliza á 440° y arde, con producción de anhídrido sulfuroso, á 250°.

Aplicaciones del azufre.—Empléase en la obtención del anhídrido sulfuroso, del ácido sulfúrico y del sulfuro de carbono, en la fabricación de la pólvora, en la vulcanización del caucho, en la destrucción del *oidium* (enfermedad de la vid), etc.

Yacimientos del azufre.—El azufre abunda en la naturaleza, ya libre, ya combinado. Encuéntrase el azufre *nativo* en las inmediaciones de los volcanes apagados, en las *solfataras*, y en el *terreno terciario*, mezclado con la marga, la arcilla, el yeso y otras substancias. Combinado, forma los *sulfuros* y *sulfatos*, de los que tienen extraordinaria importancia industrial, como primeras materias para la obtención de este cuerpo, las *piritas* de hierro y cobre.

Entre los yacimientos de azufre nativo de la Península figuran en primera línea los de Hellín (Albacete), ya explotados por los romanos, correspondientes al *terreno terciario*, situados en la margen izquierda del río Segura, y á unos 13 kilómetros de la población, cuyos filones más importantes son: el de *Concha primera*, *Guijarrillo*, *Sospeda*, *Picada*, *Bastarda* y *Florida*. Es importante el criadero de *Conil*, cerca de Cádiz, correspondiente al mismo *terreno*, y que descansa sobre margas calizas. Existen también criaderos en *Aguilas* á poca distancia de Lorca, en Sierra de Gador (Almería), en Libros (Teruel) y otras provincias.

Obtención del azufre.—El azufre nativo se separa de los minerales de que forma parte por tres procedimientos: por *combustión* al aire libre, por *fusión* y por *destilación*.

El primer procedimiento consiste en disponer montones ó muelas de mineral sobre una plaza circular impermeable y rodeada de muros de poca elevación, con una abertura que se cierra con un ligero tabique. Encendida la muela, se quema parte del azufre, que eleva la temperatura en el resto de la masa hasta el punto de fusión de este cuerpo. A medida que el azufre se funde, se acumula en la plaza, y, terminada la operación, se le hace salir á un depósito inferior en el que se enfria y solidifica.

La extracción del azufre por *fusión* se reduce á someter al mineral, en calderas calentadas á fuego directo, á una temperatura de 120 á 140°, y decantar el azufre fundido, una vez precipitadas las impurezas.

Para el caldeamiento de las calderas y fusión del azufre se ha empleado el vapor á alta presión, por el procedimiento *Thomas*, con el que sólo se pierde el 2 por 100 del azufre que contiene el mineral, aun cuando resulta poco ventajoso, considerado bajo el punto de vista económico.

La extracción del azufre por *destilación* está basada en la volatilización de este cuerpo, y en su condensación ulterior. La operación se lleva á cabo en vasijas de arcilla refractaria, que se calientan en un horno de galera, y que comunican con recipientes exteriores, en los que se condensan los vapores de azufre.

Azufre de las piritas.—La pirita de hierro, que contiene 53 por 100 de azufre, se utiliza para la obtención de este cuerpo, destilándola en cilindros de arcilla refractaria, calentados en un horno de galera, y en comunicación con recipientes destinados á la condensación de los vapores de azufre.

Por un procedimiento análogo se obtiene parte del azufre de la pirita de cobre y hierro.

Azufre de los residuos de la fabricación del gas.—En la fabricación del gas del alumbrado quedan residuos de la depuración del mismo, que, después de revivificados varias veces, se destilan, á la manera que las piritas, para separar de ellos el azufre que contienen, si no se destinan á la fabricación del ácido sulfúrico.

Azufre de las cernadas de sosa.—Los *marcos* ó *cernadas*

que quedan como residuos de la fabricación de la *sosa*, por el procedimiento *Leblanc*, contienen, al estado de sulfuro de calcio, casi todo el azufre del sulfato sódico, que constituye la primera materia de esta industria.

Para separar el azufre, se someten las cernadas á repetidas oxidaciones y lavados, hasta obtener líquidos suficientemente ricos en *polisulfuros* é *hiposulfitos*. Las legías se mezclan en tales proporciones que contengan dos moléculas de polisulfuro por una de hiposulfito de calcio, y se tratan por el ácido clorhídrico, en vasos cerrados. El hiposulfito se descompone con producción de azufre, cloruro de calcio y anhídrido sulfuroso, que transforma el polisulfuro en hiposulfito, con precipitación de azufre. El hiposulfito formado es, á su vez, descompuesto por nueva adición de ácido clorhídrico. Las legías y los gases sulfurosos se hacen llegar alternativamente de uno á otro vaso. El azufre separado y lavado, se funde por medio del vapor de agua, recalentado á 120°, y se moldea.

Refinación del azufre.—Para separar las impurezas que acompañan al azufre *bruto*, se somete á la destilación, enviando los vapores á cámaras de condensación, en las que el azufre se precipita en polvo fino (flor de azufre), si la temperatura se mantiene por bajo 112°, ó fundido, si es superior á 120.

EL ANHÍDRIDO SULFUROSO Y SU PREPARACIÓN

El anhídrido sulfuroso.—Es un gas incoloro, de olor fuerte y característico (de azufre quemado), muy soluble en el agua, que se liquida á -10° , ó bajo una presión de tres atmósferas, es reductor enérgico y descompone las materias colorantes para apoderarse de su oxígeno. En presencia del agua y de cuerpos oxidantes se transforma en ácido sulfúrico.

Aplicaciones del anhídrido sulfuroso.—Se utiliza por la industria como desinfectante, para blanquear los tejidos de origen animal, y la paja, para fabricar el ácido sulfúrico y los sulfitos, para la obtención del hielo, por el gran descenso de temperatura que produce al evaporarse rápidamente, para desinfectar las habitaciones, para conservar los mostos y los jarabes destinados á la extracción de la glucosa ó del azúcar de remolacha, etc.

Obtención del anhídrido sulfuroso.—Este cuerpo se ob-

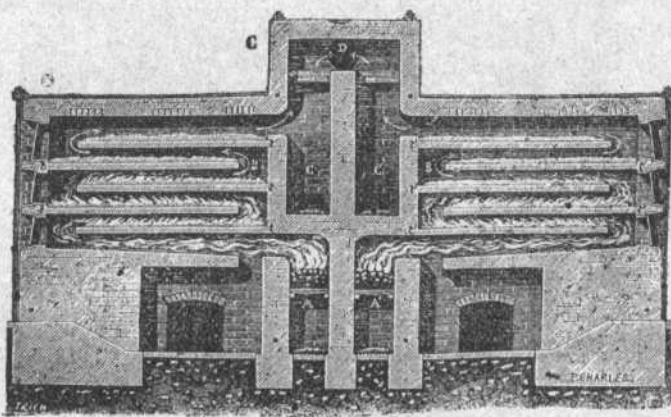
tiene mediante la combustión del azufre en el aire, dado que, combinándose con el oxígeno, produce el anhídrido, por la descomposición de la pirita ó bisulfuro de hierro, ó reduciendo el ácido sulfúrico en presencia del carbón.

Estas operaciones se llevan á cabo en hornos sencillos, ó en retortas, que comunican con refrigerantes que enfrían el gas. Este se recoge en condensadores, disuelto en el agua, ó al estado líquido, sometiéndolo á una presión de tres atmósferas.

EL ÁCIDO SULFÚRICO Y SU FABRICACIÓN

El ácido sulfúrico.—Es un líquido incoloro é inodoro, oleaginoso, de sabor fuertemente ácido insoportable, cuya densidad es de 1,84, que se solidifica á -30° , hierve á 338 y se descompone al rojo. Destruye las materias orgánicas, de cuya agua se apodera, carbonizándolas, se reduce en presencia del hidrógeno, del azufre y del carbono y desaloja de sus combinaciones á los demás ácidos á bajas temperaturas.

Aplicaciones.—Se emplea para obtener el cloro y el



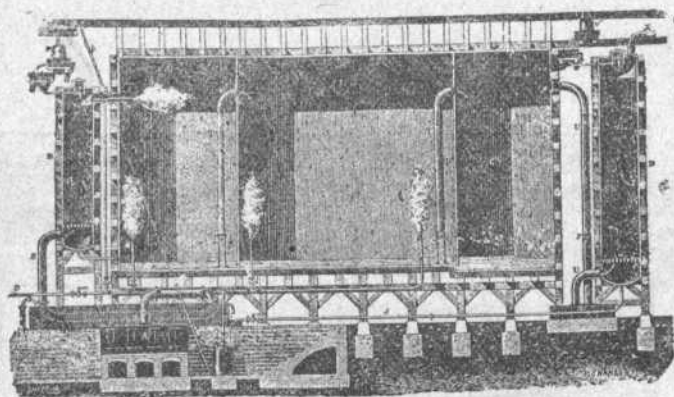
Horno Maletra

ácido clorhídrico, el sulfato y el carbonato sódico por el procedimiento *Leblanc*, para preparar el ácido nítrico, el fosfórico y el

fósforo, los superfosfatos, utilizados como abonos por la agricultura, para extraer los ácidos cítrico, tártrico, margárico y oléico, en la fabricación de la glicerina, de las bujias esteáricas, etc.

Fabricación del ácido sulfúrico.—Se prepara industrialmente el ácido sulfúrico oxidando é hidratando el anhídrido sulfuroso. Las primeras materias de esta fabricación son, por consiguiente, el anhídrido sulfuroso, producido por la combustión del azufre ó de las piritas, y el ácido nítrico, primero, y los *vapores nitrosos* (bióxido y peróxido de nitrógeno), el vapor de agua y el oxígeno del aire, más tarde.

La transformación del anhídrido sulfuroso en ácido sulfúrico se lleva á cabo en grandes cámaras de plomo, generalmente, en número de tres, que comunican entre sí. Para poner en marcha las cámaras se vierte en ellas ácido sulfúrico débil en cantidad suficiente para que forme sobre el piso de las mismas una capa de 12 á 15 centímetros, y después el ácido nítrico, que se hace



Cámaras de plomo

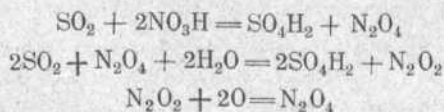
caer en forma de cascada sobre vasijas de porcelana ó de vidrio dispuestas en forma de torres. Se hace llegar luego los vapores

sulfurosos, y, cuando comienza á condensarse el ácido sulfúrico, al segundo día, se inyecta el vapor de agua y se da entrada al aire.

Teoría de la fabricación.—Desde Clement y Desormes hasta Weber y Lunge, son numerosas y distintas las teorías con sujeción á las que se han querido interpretar los hechos que tienen lugar en la fabricación del ácido sulfúrico, sin que ninguna de ellas sea completamente satisfactoria.

Sin embargo, si se tiene en cuenta que no es necesaria la regeneración del ácido nítrico, reducido á peróxido de nitrógeno al transformar en ácido sulfúrico el anhídrido sulfuroso, para que se operen nuevas oxidaciones del mismo; que éste es oxidado por el ácido nítrico concentrado, pero no diluído, como se halla en las cámaras; que el peróxido de nitrógeno, en presencia del agua, oxida al anhídrido sulfuroso con producción de ácido nítrico; que el ácido *nitrosulfúrico* no se forma en *marcha normal*, no apareciendo los llamados *crisales de las cámaras* sino cuando la fabricación es defectuosa; que si se hace llegar el anhídrido sulfuroso y el bióxido de nitrógeno á una retorta de cristal que contiene agua, no se forma el ácido sulfúrico si no se inyecta aire y se producen vapores rojos (peróxido de nitrógeno), apareciendo de nuevo el bióxido y repitiéndose estas transformaciones tantas veces como se da entrada al oxígeno aéreo, y, por fin, que la fabricación comienza variando en la primera cámara el ácido nítrico, hay motivos para suponer que las primeras porciones de ácido sulfúrico se forman fijando el anhídrido sulfuroso el oxígeno y el agua del ácido nítrico; que éste se reduce á peróxido de nitrógeno, que, en presencia del agua, oxida nuevamente al anhídrido sulfuroso, reduciéndose á bióxido de nitrógeno, y que, por fin, éste se oxida en presencia del aire con formación de peróxido; repitiéndose indefinidamente las mismas transformaciones, en las que los vapores nitrosos sólo desempeñan el papel de agentes portadores del oxígeno del aire.

Las reacciones que en las cámaras se producen pueden representarse de este modo,



Recuperación de los gases nitrosos.—Los gases nitrosos que salen de las cámaras sin actuar sobre el anhídrido sulfuroso, y que antes se perdían en la atmósfera, se recogen para

hacerlos entrar de nuevo en la fabricación, llevándolos á la *torre de Gay-lussac*, que es de plomo y está rellena de cok, y en la que se vierte, muy dividido, por su parte superior, ácido sulfúrico, que desciende al paso que ascienden los gases, apoderándose de ellos.

Para desnitrificar este ácido se conduce á la llamada *torre de Glover*, también de plomo, interiormente revestida de ladrillos silíceos y rellena de trozos de cuarzo y de cok, y en la que se inyecta anhídrido sulfuroso, que pasa, con los gases nitrosos y el vapor de agua, producido merced á la alta temperatura de aquél, á la primera cámara de plomo.

La *torre de Glover* desempeña papel importantísimo en la fabricación del ácido sulfúrico, pues desnitrifica el procedente de la *torre de Gay-Lussac* y lo concentra á 60 ó 62.º, enfría al anhídrido sulfuroso y produce el vapor acnoso necesario á las reacciones que han de tener lugar en las cámaras.

Concentración del ácido sulfúrico.—El ácido sulfúrico, tal como sale de las cámaras de plomo, sólo marca de 52 á 53.º, mientras el *comercial* ú *ordinario* es de 66º, y, por consiguiente, es necesario concentrarlo. Al efecto, se evapora el agua que contiene, sometiéndolo á la acción del calor en grandes calderas de plomo, hasta que marque 60º, y después en alambiques de platino con chapitel de plomo, ó en retortas de cristal.

CAPÍTULO XV

EL NITRÓGENO Y SUS COMPUESTOS INDUSTRIALES

El nitrógeno.—Este cuerpo, gaseoso á la temperatura ordinaria, incoloro, inodoro é insípido, cuya densidad es 0,97, abundantísimo en la naturaleza, pues forma cerca de las cuatro quintas partes del aire, se combina, en circunstancias determinadas, con diferentes cuerpos, dando lugar á compuestos por demás importantes bajo el punto de vista industrial, como el amoniaco, las sales amónicas, el ácido nítrico y los nitratos.

El amoniaco.—Resultante de la combinación del nitrógeno con el hidrógeno (NH_3), es un gas incoloro, de olor fuerte y penetrante, liquidable á -40° , y á 0° á una presión de 4 atmósferas, muy soluble en el agua, que se descompone por el calor y que tiene carácter básico.

Aplicaciones del amoniaco.—Se utiliza para la preparación del sulfato y del cloruro amónicos, para la fabricación de la *sosa* por el procedimiento *Solvay*, para la obtención de la parafina, en la tintorería, para desengrasar la lana, en la fabricación del papel, como *anticloro*, en la producción del hielo artificial, etc.

Obtención del amoniaco.—Este cuerpo se obtiene industrialmente de las orinas fermentadas, de las aguas sucias de las alcantarillas, de las que quedan como residuo de la destilación de la hulla en la fabricación del gas del alumbrado y del cok, y de todas las materias animales en vías de descomposición.

El amoniaco de las orinas ó de las aguas sucias de las letrinas y alcantarillas, que en ellas se encuentra al estado de carbonato,

se obtiene destilándolas en aparatos semejantes á los empleados en la extracción de los alcoholes, para concentrarlas, después de tratarlas por el hidrato cálcico, que desaloja al amoniaco de su combinación con el ácido carbónico, formándose carbonato cálcico. El gas amoniaco se depura, haciéndole pasar á través de una disolución de sosa cáustica, se conduce á saturadores llenos de agua y se recoge, con ésta, cuando marca el grado necesario, en bombonas.

El amoníaco de las aguas resultantes de la destilación de la hulla se obtiene llevándolas á calderas que comunican entre sí, dispuestas en gradería, de las que la primera se calienta directamente y las restantes por los vapores que de la misma reciben. En ellas se vierte una lechada de cal, que, descomponiendo las sales amónicas, pone en libertad el amoniaco. Este, después de atravesar la última caldera y un aparato depurador, pasa á los refrigerantes y luego á los saturadores en cuya agua se disuelve. Saturada ésta, se recoge en bombonas.

Las sales amónicas.—Estas sales resultan de la combinación del amoniaco con los ácidos, ó de la substitución del hidrógeno básico de éstos por el radical *amonio*. Las sales amónicas más importantes son el *sulfato* y el *cloruro*, empleadas como abono por la agricultura, para obtener el amoniaco, cuando se desea un producto más puro que el conseguido por los procedimientos expuestos, y para preparar el bicarbonato amónico consumido por la *industria Solway*.

El cloruro y el sulfato amónicos se preparan haciendo llegar los vapores de amoniaco, procedentes de la destilación de las aguas amoniacales, á recipientes en los que se vierte el ácido clorhídrico ó el sulfúrico. Las soluciones concentradas se llevan á cristalizadores, en los que se precipitan en cristales las sales mencionadas, que se separan, se desecan y embalan.

Los nitratos.—Son las sales resultantes de la substitución del hidrógeno del ácido nítrico por los radicales metálicos. Los que tienen más importancia industrial son el *sódico* y el *potásico*, empleados por la agricultura como abonos, en la obtención del ácido nítrico y, el segundo, en la fabricación de la polvora de caza.

El nitrato sódico.—(NO₃, Na). Cristaliza en romboedros, es delicuescente, de sabor fresco, salado y picante, muy soluble en el agua, que se funde á 338° y se descompone al *rojo*.

Es un producto natural, abundantísimo en las *calicheras* del

Perú y de Chile, en las que forma bancos, de espesor variable, recubiertos de una capa de arcilla y sal y otra de arena.

El *caliche* de los *salitrales* contiene de 40 á 60 por 100 de nitrato sódico y 15 á 30 por 100 de cloruro sódico, estando el resto constituido por substancias terrosas, sulfatos y cloruros.

El *caliche*, ó nitro bruto, es la primera materia en la obtención del nitrato sódico, y su extracción está basada en la mayor solubilidad del nitro en *caliente* que en *frío*. Arrancado el caliche, por medio de barrenos, se disuelve en el agua en calderas cerradas y calentadas por medio del vapor. Saturada la disolución, se decanta, para separarla de las materias insolubles, y se conduce á cristalizadores, en los que el nitrato se precipita á medida que aquélla se enfría. Se decanta de nuevo, utilizando las *aguas madres* para ulteriores tratamientos, y los cristales de nitro se recogen, se desecan y embalan. El nitro contiene de 95 á 96 por 100 de nitrato sódico. Para obtenerlo de 99 por 100 se somete á nuevas disoluciones y cristalizaciones.

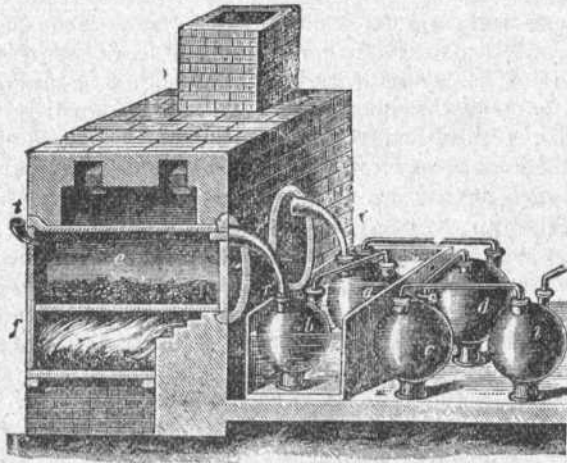
El nitrato potásico.—(NO₃K). Cristaliza en prismas rectos de base romboidal, agrupados de modo que parecen prismas exagonales acanalados, muy soluble en el agua, eflorescente, se funde á 350° y se descompone al rojo.

El nitrato potásico, que antes se obtenía de las *nitrieras* artificiales, se prepara hoy descomponiendo el nitrato sódico por el cloruro de potasio, en caliente y en disolución en el agua, formándose cloruro sódico, que se precipita, en su mayor parte, y se separa por decantación, y nitrato potásico, que queda disuelto. Dejando enfriar la disolución en cristalizadores, se separa esta sal en cristales, que una vez extraídos, se desecan y se embalan.

El ácido nítrico.—(NO₃H). Es un líquido incoloro, de olor irritante, de sabor ácido intenso, soluble en el agua, que se congela á — 47° y hierbe á 86°, es oxidante enérgico, destruye las substancias orgánicas y colora en amarillo las de origen animal.

Aplicaciones.—Se emplea en la fabricación del ácido sulfúrico, del ácido pícrico, de la nitrobenzina, de la nitroglicerina, del algodón pólvora, para el grabado en acero, etc.

Obtención del ácido nítrico.—Se obtiene industrialmente el ácido nítrico del nitrato sódico, descomponiéndolo por el ácido sulfúrico. Al efecto, se mezclan estos dos cuerpos en calde-



Fabricación del ácido nítrico

ras ó cilindros de fundición, dispuestos en horno á propósito, provistos de tubos de desprendimiento de los vapores ácidos que los llevan á bombonas en las que se recogen y condensan.

Teoría de la fabricación.—Puestos en presencia el nitrato sódico y el ácido sulfúrico, y bajo la influencia del calor, reacciona el ácido sobre la sal, substituyéndose mutuamente el sodio de ésta y el hidrógeno de aquél, con formación de bisulfato sódico, y ácido nítrico, conforme á la ecuación:



El ácido nítrico electro-químico.—El problema de la fabricación del ácido nítrico con el nitrógeno del aire, ha quedado resuelto con la construcción del *horno Birkeland*, en 1903, y por el procedimiento *Birkeland-Eyde*. A la temperatura del horno eléctrico, el nitrógeno se combina con el oxígeno, produciéndose el óxido nítrico. Este se lleva á *torres de oxidación*, en las que pasa á peróxido de nitrógeno, que, conducido á *torres de absorción*, y en presencia del agua, se transforma en ácido nítrico.

CAPÍTULO XVI

EL FÓSFORO Y LAS CERILLAS FOSFÓRICAS

EXPLOSIVOS

El fósforo.—El fósforo ordinario es sólido, incoloro ó ligeramente amarillo; se funde á 45°, se inflama á 75°, ó por frotamiento, y hierve á 29°. Se oxida á la temperatura ordinaria, con producción de anhídrido fosfórico, y es venenoso.

Obtención del fósforo.—El fósforo se obtenía de los huesos calcinados, que contienen 84 por 100 de *fosfato tricálcico*, para lo cual se trataban por el ácido sulfúrico, para transformar este fosfato en *monocálcico*, que se convertía en *metafosfato*, por medio del calor, y se reducía, con el carbón, quedando fósforo libre y fosfato tricálcico, con formación de óxido de carbono. Hoy se separa directamente de los fosfatos ricos, por destilación, al abrigo del aire para que no se oxide, en el horno eléctrico.

Para ello se carga el horno con 100 partes de fosfato tricálcico pulverizado, 50 de arena silícea y 20 de carbón. El fósforo se volatiliza y los vapores se llevan á un recipiente con agua, en la que este cuerpo se solidifica. El calcio, con los demás metales que acompañan al fosfato, en combinación con el anhídrido silícico, forman una escoria fluida que sobrenada, y que se cuele de tiempo en tiempo.

Algunas fábricas alemanas preparan á la vez el carburo de calcio, mezclando el fosfato con un exceso de carbón.

Las cerillas fosfóricas.—Como todo el mundo sabe, son pequeñísimas bujías, ó *cerillas*, provistas de una cabeza, formada por una pasta inflamable por frotamiento.

Importancia de la industria de los fósforos.—La

importancia de las cerillas fosfóricas es excepcional, dado que son de absoluta necesidad y universal su consumo, y su fabricación alcanzó en España un grado de desarrollo y perfeccionamiento tales, que las cerillas españolas eran las mejores y más baratas del mundo. Desgraciadamente, la concesión del *monopolio* de su fabricación y venta al «Gremio de Fabricantes de Fósforos de España», autorizada por la ley de 30 de Junio de 1892, las ha convertido en las peores y más caras.

Fabricación de las cerillas.—Comprende las operaciones siguientes: elaboración y corte de la cerilla, preparación de la pasta inflamable, formación de la cabeza y desecación.

La *cerilla* se compone de una *mecha* y una materia grasa sólida, que arde en el extremo de aquélla con producción de luz.

La mecha se forma reuniendo cuatro hilos de algodón y la materia iluminante es una mezcla de ácido esteárico y cera.

Para preparar las cerillas se arrollan las mechas sobre un tambor, y, haciéndole girar en sentido contrario, se las sumerge en la mezcla grasa, fundida, que se adhiere á su superficie. Recubierta la mecha de esta substancia, que se solidifica al enfriarse, se hace pasar la cerilla por una hilera, que le da la forma y el diámetro ordinarios, y se arrolla sobre otro tambor.

Obtenidas las cerillas, se colocan en bastidores, en sus correspondientes ranuras, por series paralelas, y se cortan, de la misma longitud, por medio de un golpe de *guillotina*.

La pasta inflamable que ha de constituir la cabeza se compone de fósforo, goma ó cola y arena fina ó vidrio molido. Para aplicarla se sumergen los extremos de las cerillas en la pasta, suficientemente blanda, quedando formada la cabeza por la porción que á ellos se adhiere.

La desecación se lleva á cabo en estufas, á una temperatura inferior á la de fusión de la substancia grasa que forma la capa de la cerilla.

Las cerillas fosfóricas se fabrican también con el fósforo *amorfo*, que se obtiene calentando el ordinario, á cubierto del aire, á 250°, que no es venenoso ni se inflama por frotamiento.

La cabeza de estas cerillas está formada por una mezcla de fósforo amorfo, arena ó vidrio molido y gelatina, y sólo se inflama frotándola sobre una capa compuesta de fósforo amorfo, pirita de hierro, vidrio pulverizado y gelatina que lleva la caja.

Por fin, se fabrican cerillas sin fósforo, como las que hacen

explosión al inflamarse, en las que este cuerpo ha sido substituido por el clorato y bicromato potásicos.

LOS EXPLOSIVOS Y SU FABRICACIÓN

Los explosivos utilizados para los disparos de las armas de fuego, ó para los barrenos, en la explotación de canteras, minas, etcétera, son, entre otros, la *pólvora ordinaria*, la *nitro-glicerina*, la *dinamita*, el *algodón pólvora* y la *pólvora sin humo*.

La pólvora ordinaria.—La pólvora común, de *guerra*, de *mina* y de *caza*, tiene hoy poco interés, substituida la primera por la *pólvora sin humo* y la segunda por la *dinamita*.

La pólvora ordinaria es una substancia negra, amorfa, granulada, insoluble en el agua, que se inflama con explosión y se humedece al aire, perdiendo la propiedad de inflamarse, y es una mezcla, en proporciones variables, de nitrato potásico, azufre y carbón.

El nitrato potásico y el azufre deben ser químicamente puros y el carbón fácilmente inflamable y que deje muy poca ceniza. Por eso, se prefiere el que procede de madera blanda, como el de álamo, sauce, cañamiza, etc.

Fabricación de la pólvora.—La proporción media en que en la pólvora ordinaria entran las primeras materias es la de 75 por 100 de nitrato potásico, 10 de azufre y 15 de carbón, y su fabricación comprende las operaciones siguientes: la *trituration* y *mezcla* de las substancias que han de formar la pólvora, el *graneado*, el *bruñido* ó *pavonado*, la *deseccación* y el *desempolvado*.

La molienda de estas materias se lleva á cabo en los antiguos *molinos de pólvora* en morteros de encina con pilones de lo mismo, y en las grandes fábricas por medio de cilindros de fundición que giran sobre una plataforma circular, también de esta materia, que descansa sobre un macizo de mampostería.

La mezcla de los materiales pulverizados, convenientemente humedecidos, tiene lugar en toneles de cuero llamados *mezcladores*.

El *graneado*, ó división en granos de la pasta ó *galleta*, se hacia en los pequeños *molinos* por medio de cribas, y en las fábricas se emplean para ello sistemas de cilindros.

El *bruñido* del grano se realiza en tambores á los que se imprime un lento movimiento de rotación sobre su eje.

La desecación de la pólvora tiene lugar al sol, ó en cámaras calientes, en las que ésta se opera con suma lentitud.

El *desempolvado*, ó separación del polvo que acompaña al grano, se consigue por medio de tamices animados de un movimiento de vaivén.

Teoría de la explosión —En la combustión de la pólvora arden el azufre y el carbono, á expensas del oxígeno del nitrato, que se descompone, con producción de anhídrido carbónico, óxido de carbono, nitrógeno libre y sulfato y carbonato de potasio. Estas reacciones son exotérmicas y explosivas.

Las pólvoras ordinarias que contienen un exceso de carbón y azufre, dejan, como residuo, en la primera fase de la combustión, estos elementos, que obran como reductores sobre el sulfato y el carbonato potásicos. Estas reacciones, que constituyen la segunda fase de la combustión, son endotérmicas y sin explosión. Por eso, ésta es menor en tales pólvoras, por unidad de peso.

La nitroglicerina.—Es un líquido oleaginoso, incoloro, ligeramente amarillo si es impura, insoluble en el agua, soluble en el alcohol y en el éter, que cristaliza en largas agujas á 0°, que hierve á 185° y hace explosión á 190° y por la percusión.

Fabricación de la nitroglicerina.—Este explosivo se obtiene tratando la glicerina por una mezela de ácido nítrico, que se combina con ella, y de ácido sulfúrico, destinado á la absorción del agua formada.

La operación ha de llevarse á cabo á una temperatura inferior á 30°, en vasijas de plomo, que llevan un serpentín por cuyo interior circula agua fría, que absorbe el calor producido en la reacción. La nitroglicerina producida se separa, por decantación, en recipientes especiales provistos de llaves á diferentes alturas, y se lava para despojarla de los ácidos libres.

La dinamita.—La dinamita, que tanto se emplea, para los barrenos, en las explotaciones mineras, apertura de túneles, de trincheras en roca, etc., no es otra cosa que la nitroglicerina absorbida por una substancia inerte, que atenúa sus propiedades explosivas y permite su manejo y su transporte sin peligro, como la *tierra de infusorios*, la arena, el serrín de madera, etc.

Para preparar la dinamita se coloca la substancia absorbente

en vasijas de plomo ó de gres y sobre ella se vierte la nitroglicerina, removiendo la masa hasta que la mezcla sea lo más homogénea posible. El producto obtenido se introduce en cartuchos de papel pergamino, comprimiéndolo con cuidado.

La explosión de los cartuchos se consigue con el *fulminato de mercurio*, que se obtiene tratando este metal por el ácido nítrico y alcohol, y que se coloca en cápsulas de cobre en las que penetra la *mecha*.

Algodón pólvora.—Es una substancia blanca, amorfa, que tiene todo el aspecto del algodón, muy higroscópica, insoluble en el agua, soluble en una mezcla de alcohol y éter, que se inflama por el calor y por el choque, con fuerte detonación.

Fabricación del algodón pólvora.—Para preparar este explosivo se emplea el algodón, cardado y lavado con una solución de carbonato sódico, que se trata por una mezcla de una parte de ácido nítrico y tres de ácido sulfúrico.

La operación se lleva á cabo en el interior de un tambor giratorio agujereado, en el que se introduce el algodón, sumergido en la vasija que contiene la mezcla ácida, la cual debe estar rodeada de agua fría. Cuando la celulosa está suficientemente nitrada, se extrae, se lava y se deseca en cámaras cuya temperatura no pase de 40 grados.

El algodón pólvora se emplea en la carga de los *torpedos* y en la fabricación de la *pólvora sin humo*.

Pólvora sin humo.—Las pólvoras que hacen explosión sin producir humo son numerosas, y á esta clase corresponden todas las de guerra. La mayor parte se preparan con la *nitrocelulosa* y un disolvente (generalmente, una mezcla de alcohol y éter), ó con el *algodón pólvora* y la *nitroglicerina*.

Estas substancias se amasan hasta que formen una pasta blanda poco fluida, y ésta se divide en granos, filamentos ó láminas, que se desecan muy lentamente.

También se fabrican pólvoras de gran fuerza explosiva con el *ácido picrico* y el *picrato amónico*, como la *lidita* y la *melinita*.

CAPÍTULO XVII

INDUSTRIA CERÁMICA.—EL VIDRIO

LA CERÁMICA

La cerámica.—Es la industria de la fabricación de piezas de barro, loza ó porcelana; como platos, tazas é infinidad de objetos de adorno. Llamáse también *alfarería*.

Primeras materias.—La materia que constituye la base de la *alfarería* es la *arcilla*, silicato de alúmina hidratado; blanca cuando es pura, diversamente coloreada cuando contiene substancias extrañas, suave al tacto, que forma con el agua pasta más ó menos coherente y plástica.

Las principales arcillas empleadas en la cerámica son:

El kaolín, arcilla pura, procedente de la descomposición de los feldespatos, blanca, poco plástica é infusible, que forma la base de la fabricación de la porcelana.

La arcilla refractaria, plástica, de colores variados, muy tenaz, infusible á la temperatura de los hornos de cocción y que al fuego se blanquea.

La tierra de alfarero, arcilla de color rojo ó amarillo, que lo conserva después de cocida, suave al tacto, que forma con el agua pasta tenaz, plástica y algo fusible.

Las margas arcillosas, que forman con el agua una pasta poco coherente y poco plástica, que se endurecen por la acción del calor y son fusibles. Se emplean en la fabricación de la *alfarería* ordinaria. Los detritus feldespáticos, el cuarzo y la sal son substancias que entran, con las arcillas, en la preparación de las *pastas*.

Clasificación.—Las obras cerámicas se clasifican en *alfarería porosa*, que puede ser vidriada (*alfarería compuesta*) ó sin vidriar (simple), y *alfarería compacta*, que comprende la *loza* y la *porcelana*.

Fabricación.—En la fabricación [de la *alfarería común*, se emplea el barro de *alfarero*, al que se añade una pequeña cantidad de arena, creta y, á veces, ceniza de hulla.

Las pastas destinadas á la obtención de la loza se preparan con la *arcilla plástica* blanca, ó que se blanquea por el calor, con una quinta ó sexta parte de cuarzo, el kaolin y una pequeña cantidad de feldespato alterado.

En la fabricación de la porcelana se emplea el kaolin, el cuarzo pulverizado, detritus feldespáticos y creta ó yeso.

La fabricación de las obras cerámicas comprende las operaciones siguientes: la *preparación* de la pasta, el *amasado*, el *modelado*, la *cocción* y el *vidriado*.

La pasta se prepara lavando y decantando repetidas veces, las substancias que han de entrar en su composición, para separar los cuerpos duros y las materias orgánicas. Obtenida la pasta, se deseca, hasta que adquiera la consistencia necesaria, ya al aire libre, ya por medio del calor, y se amasa, batiéndola y mezclándola con los pies ó con máquinas construidas al efecto.

El modelado se hace en el *torno de alfarero*, en el que, á medida que gira, el operario va dando al barro la forma que ha de tener el objeto á que se destina, ó en moldes de arcilla, yeso ó metal, cuando las formas son complicadas.

Obtenido el objeto, se seca y somete á la cocción en hornos especiales.

El vidriado se lleva á cabo aplicando á la superficie de los objetos cocidos substancias que, por la acción del calor, dan lugar á silicatos fusibles que forman sobre ellos un vidrio, ya transparente, ya opaco.

El vidriado de la alfarería ordinaria y de la loza se prepara con el cuarzo, el óxido de plomo y, á veces, algo de borax, y el de la porcelana con kaolin, cuarzo y cal ó yeso.

Decorado de la porcelana.—Se decora la porcelana por medio de dibujos en relieve, modelados en la misma pasta ó aplicados sobre ella, y recubiertos de esmaltes incoloros ó de diversos colores.

La decoración en colores se practica mediante la pintura de

las piezas en crudo, recubriéndolas de óxidos metálicos que, combinándose, á temperaturas elevadas, con los silicatos de las pastas cerámicas, produzcan los colores deseados.

Los óxidos empleados, al efecto, son: el de cobalto, que dá coloración azul; el óxido férrico, que produce el amarillo rojizo; el sesquióxido de cromo, con el que se obtiene el verde, y los óxidos cuproso y cúprico, que comunican á los silicatos el rojo y el verde, respectivamente.

FABRICACIÓN DEL VIDRIO

El vidrio.—Es una mezcla amorfa, obtenida por fusión, de silicatos diversos.

Propiedades.—El vidrio es transparente (vidrio propiamente dicho) ú opaco (esmalte), incoloro ó ligeramente coloreado, duro, frágil, más ó menos fusible, según los silicatos de que se compone, inalterable por la acción del aire y del agua, resistente á los ácidos y á los álcalis poco concentrados.

Clasificación de los vidrios.—Los vidrios, por su composición, se clasifican en los grupos siguientes: 1.º El *vidrio de batallas*, á base de sosa, cal, alúmina y hierro, de color verde. 2.º *Vidrio de vidrieras*, á base de sosa y cal, duro, más transparente, de un ligero verde azulado. 3.º El *vidrio de Bohemia*, á base de potasa y cal, muy duro, incoloro y de difícil fusión. 4.º El *crystal*, á base de potasa y plomo.

Primeras materias.—Las materias que entran en la fabricación del vidrio son: la sílice, el carbonato de potasa, el de sosa, y el de cal, el óxido de plomo (*minio*) y el peróxido de manganeso, como descolorante.

Fabricación del vidrio.—Para la obtención del vidrio se mezclan las primeras materias que han de entrar en su composición, en las proporciones convenientes, y se someten á la fusión en crisoles de arcilla refractaria, en hornos de ladrillos también refractarios unidos con arcilla, y cuya temperatura debe ser de 1,100º á 1.200. Cuando toda la masa se ha fundido, y la sílice se ha combinado con el potasio, el calcio, el sodio, etc., dando lugar á los silicatos que constituyen el vidrio, se separan las substancias que no entran en combinación, y que sobrenadan, y se precede al

afinado, que consiste en mantener por algún tiempo el vidrio en completa fluidez, para que las materias insolubles se precipiten y los álcalis no combinados se volatilicen. Cuando los gases han desaparecido, se agita la masa con un trozo de madera húmeda ó rama verde, para que el vapor producido, y que se desprende tumultuosamente, determine una mezcla íntima y homogénea de los diferentes silicatos que han de dar origen al vidrio.

Terminada la *afinación*, se hace bajar la temperatura del horno á 800° ó á 700°, y hasta que el vidrio presente el estado pastoso necesario para que se deje trabajar.

Con la masa fundida y pastosa se prepara el vidrio plano ó en planchas (de vidrieras ó espejos) y el vidrio hueco (de botellas, tubos, vasos, etc.)

Vidrio plano.—El vidrio de vidrieras se prepara empleando 100 partes de arena silicea, 30 á 40 de carbonato sódico, 30 á 40 de carbonato de calcio, y una pequeña cantidad de peróxido de manganeso, generalmente, 1 por 100, como descolorante.

La fabricación del vidrio de vidrieras comprende: 1.º La fusión y el afinado. 2.º La obtención de cilindros huecos. 3.º La hendidura ó apertura de los mismos. 4.º Su extensión y aplana-do. 5.º El recocido

Vidrio hueco.—En la preparación del vidrio de botellas se emplean substancias de escaso valor, dado el bajo precio á que se venden, como arenas ferruginosas y arenas mezcladas con arcilla, que se funden con facilidad y exigen menor dosis de álcalis. Estos se adicionan bajo la forma de cenizas ó de detritus basálticos, traquíticos ó feldespáticos.

La proporción media en que entran en la composición del buen vidrio de botellas las primeras materias es la siguiente: arena, 10 partes, ceniza, 20, sulfato sódico, 15, cal, 5, cascotes de botella, 50.

Pulverizadas estas substancias, se mezclan íntimamente y se funden en grandes crisoles. Fundida y afinada la masa, y cuando el grado de consistencia es el más conveniente, se toma la porción necesaria con un instrumento denominado *caña*, que no es otra cosa que un tubo de hierro provisto en su parte superior de una boquilla, y soplando sobre ella y recalentándola varias veces, se la obliga á tomar la forma ordinaria de las botellas. Obtenidas éstas, se procede al *recocido*.

El vidrio blanco, á base de potasa, ó vidrio de Bohemia, em-

pleado en la fabricación de vasos, tubos, globos, etc., se prepara mezclando 100 partes de cuarzo pulverizado, 15 de cal apagada y 30 de carbonato potásico. Estas substancias deben ser lo más puras posible, y la sílice exenta de hierro.

Cristal.—Es un vidrio de potasio y plomo, incoloro, muy fusible, más blando que el vidrio ordinario y muy refringente, empleado en la fabricación de lentes y *piedras falsas*, tallándolo, en este último caso. El primero se prepara mezclando 100 partes de sílice ó arena pura, 106 de óxido de plomo y 43 de carbonato potásico, y el segundo con 100 partes de cristal de roca pulverizado ó sílice pura, 123 de óxido de plomo, 53 de potasa cáustica, 6 de borax y 0,3 de arsénico.

Vidrio colado.—Las grandes piezas para vidrieras y espejos se fabrican actualmente con el vidrio fundido ó *colado*, para lo cual, obtenida y afinada la masa, se extiende, sobre grandes planchas de cobre bien pulido, y calentadas, por medio de cilindros de bronce ó de hierro. Las piezas así preparadas se *recuecen*, *desbastan* y *pulen*.

Obtiénese también el vidrio *laminado*, empleando *laminadores*, cuyos cilindros, huecos, se mantienen á la temperatura necesaria para que la masa no se haga quebradiza, calentados por los gases procedentes de un horno Siemens.

Decoración del vidrio.—El vidrio se decora por el *grabado* y la *coloración*.

El grabado se ejecuta proyectando sobre la pieza, y siguiendo el dibujo trazado en ella, la arena silicea, por medio de una corriente de aire ó de vapor comprimidos, atacando el vidrio con el ácido fluorhídrico ó exponiéndolo á la acción de una rueda metálica cubierta de una mezcla de aceite y esmeril.

La coloración se obtiene mezclando á la masa en fusión los óxidos con que se colora la porcelana.

CAPÍTULO XVIII

JABONES Y BUJÍAS

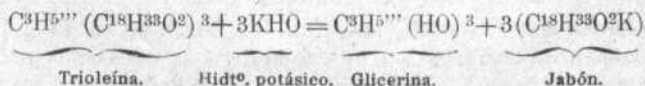
FABRICACIÓN DE JABONES

Los jabones.—Los jabones *industriales* son sales solubles (de sodio ó potasio) de ácidos grasos, y su fabricación está basada en el desdoblamiento que experimentan los cuerpos grasos, bajo la influencia de los hidratos alcalinos, con producción de glicerina (*saponificación*).

Teoría.—Los aceites, grasas y sebos, primeras materias de la industria jabonera, son mezclas de *trioleína*, *trimargarina*, *triestearina* y *tripalmitina*.

Estos cuerpos, en presencia del agua en vapor, y á 300°, se desdoblan, respectivamente, en tres moléculas de *ácido oléico*, *margárico*, *esteárico* y *palmitico*, y una de *glicerina*, con fijación de tres moléculas de agua.

Si en lugar del agua en vapor, se ponen en presencia de los cuerpos grasos los hidratos alcalinos, tres átomos de metal substiuyen al radical alcohólico de la glicerina, que había remplazado á tres átomos de hidrógeno de tres moléculas de ácido graso, mientras los tres oxidrilos regeneran la glicerina, saturando al *glicerilo*.



Clasificación de los jabones.—Los jabones se dividen en *duros*, ó de sodio y *blandos* ó de potasio. También se clasifi-

can en jabones de *sebo*, de *aceite de palma*, de *ácido oléico*, y en jabones de *granos*, *lisos* y *braceados*, y de *tocador* ó perfumados.

Primeras materias.—Las primeras materias en la industria jabonera son: las *substancias grasas* y las *lejías*.

Las *substancias grasas* empleadas en la fabricación de jabones son: el *aceite de olivas*, compuesto de *trioleína* y *trimargarina*; el de *palma*, mezcla de *tripalmitina* y *trioleína*; el de *sebo* formado de *triestearina*, *tripalmitina* y algo de *trioleína*; el *aceite de pescado*, constituido por la *triestearina* y la *trioleína*, y los aceites de *colza*, de *sésamo*, etc

Las *lejías* son soluciones alcalinas, más ó menos concentradas, que se preparan con las *cenizas*, la *barrilla*, los carbonatos potásico y sódico y los álcalis cáusticos.

Fabricación.—Las operaciones que ésta comprende son: la preparación de la *lejía*, la obtención de la pasta (*empaste*), la *saladura*, la *cocción* y el *moldeado*.

La lejía.—Se prepara tratando la *ceniza*, la *barrilla*, ó la *sosa bruta* por la cal viva, para descomponer los carbonatos y dejar en libertad la *sosa cáustica*. Lixiviando la masa en *tinazas* á propósito, y con la cantidad de agua necesaria, se obtiene una solución sódica que es la lejía. En general, se preparan tres clases de lejías: una de 20 á 25° Beaumé, otra de 15 á 18° y otra de 8 á 10°. Para obtener la lejía se emplea también la *sosa cáustica* ó *pedra de jaboneros*.

En la fabricación de los *jabones blandos* la lejía se prepara con las *potasas perladas* ó las *potasas industriales*.

El empaste.—La preparación de la pasta de jabón ó el *empaste*, tiene por objeto *emulsionar* ó dividir extremadamente los cuerpos grasos, mediante los álcalis, para facilitar las reacciones que han de dar origen al *jabón*. Al efecto, se vierte en grandes calderas, dispuestas de modo que puedan calentarse, á fuego directo ó por medio del vapor, una lejía de 8 á 10° Beaumé, y cuando ha llegado á la ebullición, se adicionan las grasas, *braceando* la masa, á la que se va añadiendo lejía de 18° á 20° hasta que se forme una pasta homogénea y consistente.

Saladura.—Obtenida la *pasta*, se procede á la *saladura*, que consiste en tratarla con una lejía de *sosa cáustica* y *sal común* de 25° á 30° Beaumé, á fin de separar de la masa, por la acción de esta última, gran parte del agua y las *substancias solubles* que no entran en la formación del jabón. Vertiendo esta lejía y agi-

tando, se forma una pasta grumosa, de la que se separa un líquido claro (lejía inferior), que ocupa la parte baja de la caldera, al que se da salida.

Cocción.—Terminada la saladura, efectúase la *cocción*, por la que se completa la reacción entre los álcalis y los ácidos grasos y la producción del *jabón*. Durante la cocción se va vertiendo lejía cáustica de 20° á 25°, adicionada de sal común, y agitando, y cuando los granos de jabón comprimidos con los dedos forman escamas delgadas, duras, compactas, secas y friables, se dá por concluida la operación. El jabón, se vierte en moldes rectangulares de mampostería, madera ó hierro, en los que se solidifica por enfriamiento, tomando la forma de los mismos.

Jabón de sebo alemán.—Se prepara saponificando el sebo con una lejía de potasa, y transformando el *estearato* y *palmitato* de *potasio* formado en *estearato* y *palmitato* de *sodio*, por medio de la sal común.

Jabón de Marsella.—Se fabrica con *aceite de olivas*, al que se mezclan aceites de *colza*, *madia*, *sésamo*, *linaza*, etc., y contiene 50 por 100 de ácidos grasos, 5 de sosa y 45 de agua.

Jabón de ácido oléico.—El ácido oléico, obtenido como producto secundario en la fabricación de las *bujías esteáricas*, se emplea hoy para obtener un jabón económico, tratándolo, en caliente, por el carbonato sódico, ó por una lejía de sosa cáustica. Su composición media es de 66 de ácido graso, 13 de sasa y 21 de agua.

Jabones braceados.—Son jabones inferiores, con gran cantidad de agua y materias extrañas, que no se han separado de la masa por ser ligera ó nula la saladura, y que, sin embargo, tienen el aspecto y la consistencia de los *jabones granosos*, de los que apenas se diferencian.

Jabones blandos.—Son jabones de potasio, que, en vez de endurecerse, como los de sodio, forman una masa blanda y gelatinosa. Se preparan empleando, primero, una lejía débil, y otra más fuerte, después, no teniendo lugar la *saladura*, porque se transformarían en jabones de sodio. Las grasas empleadas son: el *aceite de pescado*, de *colza*, de *camolina*, el sebo, etc.

Jabones de tocador.—Se preparan refundiendo los ordinarios, agitando la masa hasta la fusión completa, en cuyo momen-

to se adicionan las substancias que han de perfumarlos y las colorantes, ó reduciendo á delgadas virutas los jabones brutos y amasándolas con las substancias aromáticas y colorantes, ó por *fabricación directa*, incorporando á la masa, y después de la cocción, las materias que han de comunicar les el aroma y el color deseados.

FABRICACIÓN DE BUJÍAS

Bujías.—Las bujías son cuerpos sólidos de forma cilíndrica, susceptibles de producir luz, mediante la combustión de la substancia que las forma, en la extremidad de la *mecha* que las atraviesa.

Primeras materias.—En la fabricación de las bujías son necesarias una substancia combustible, con producción de luz, y la *mecha*, á través de la que ascienda aquélla por capilaridad, una vez fundida. Las materias iluminantes que entran en la confección de las bujías son los cuerpos grasos sólidos, que no se fundan á temperaturas inferiores á 45° centígrados, como el *ácido esteárico*, el *palmitico*, el *margárico*, el *sebo*, la *parafina*, la *cera* y la *esperma de ballena*.

Las bujías se clasifican en *esteáricas*, de *parafina*, de *esperma* y *velas*, que pueden ser de sebo ó de cera.

La mecha está formada de hilos de algodón del mismo diámetro, de espesor uniforme en toda su longitud y poco torcidos, para que sea fácil y regular el ascenso, por sus intersticios, de la materia fundida por el calor de la llama

Bujías esteáricas.—Son aquellas que se preparan con el ácido esteárico, al que acompañan el *margárico* y el *palmitico*, obtenidos del sebo y del aceite de palma.

La fabricación de las bujías esteáricas comprende dos fases: obtención de los ácidos grasos y elaboración de las mismas con éstos (fabricación propiamente dicha).

Los ácidos grasos se obtienen por *saponificación* de las materias grasas, por medio de la cal ó del ácido sulfúrico.

La saponificación por la cal puede efectuarse en vasos abiertos y empleando el 14 por 100 de base, ó en vasos cerrados y á una presión de 8 atmósferas, con 3 por 100 de hidrato de calcio. Sometidas las materias grasas á la ebullición en presencia de la lechada de cal, se desdoblán en glicerina, que queda disuelta en

el agua, y ácidos grasos, que se combinan con el calcio, dando lugar á un jabón cálcico insoluble, que se precipita.

Extraído éste, se trata por el ácido sulfúrico para descomponerlo. El ácido sulfúrico se combina con el calcio, formándose sulfato cálcico, y los ácidos grasos quedan libres y sobrenadando en el líquido. Separados éstos, por decantación, se lavan con agua acidulada con ácido sulfúrico y luego con agua sola é hirviendo.

La saponificación sulfúrica—Se lleva á cabo tratando las materias grasas por el ácido sulfúrico concentrado, en la proporción de 3 á 4 por 100, y á la temperatura de 120° manteniendo la masa en ebullición durante algunas horas. Separados los ácidos grasos, se destilan, después de lavados, para purgarlos de las materias negras que los acompañan.

Fabricación de las bujías estéaricas.—La fabricación de esta clase de bujías comprende las operaciones siguientes: 1.^a purificación de los ácidos grasos; 2.^a preparación de la mecha; 3.^a moldeo de la bujía; 4.^a blanqueo; 5.^a recorte y pulimento.

Purificación de los ácidos grasos—Los ácidos grasos obtenidos por la saponificación, *calcárea ó sulfúrica*, forman una mezcla en la que existen unos que son sólidos, como el estéarico, el margárico y el palmítico, y otros líquidos, como el oléico, que hace bajar el punto de fusión de la masa á 44°. Es preciso, pues, proceder á la presión, que se hace, primero, en frío y, después, en caliente, para desalojar el ácido oléico y elevar el punto de fusión de la mezcla á 51°, cuando menos. Los *panes* de ácidos grasos así obtenidos, aún no pueden emplearse en la fabricación de bujías, sin *purificarlos*. Al efecto, se recortan los bordes, de ordinario ligeramente amarillos, para someterlos á nueva presión, en caliente. Los *panes* recortados se tratan por el agua acidulada con ácido sulfúrico á 3° Beaumé, elevando la temperatura de la masa, por medio del vapor, hasta la fusión completa y por espacio de una hora. Los ácidos grasos, que sobrenadan, se decantan, se lavan y prensan.

Preparación de la mecha.—La *mecha* es parte importantísima de toda bujía, y su naturaleza, su espesor, la disposición de los hilos que la forman, su dirección y situación influyen no poco en sus condiciones iluminantes. El algodón debe preferirse al lino y al cáñamo en la confección de las mechas, y el espesor será el estrictamente necesario para la regular alimentación de la llama.

La mecha debe ocupar el eje de la bujía, pero convendrá que su extremidad se separe de la vertical inclinándose hacia afuera de la llama. Las antiguas mechas cilíndricas ligeramente retorcidas (*torcidas*), que no llenan esta condición, y cuya punta había que cortar con frecuencia (*despabilar*), han sido substituidas por las mechas *trenzadas*, que se impregnan de una disolución ligera de ácido bórico.

Moldeo de las bujías.—Purificados y fundidos los ácidos grasos, y dispuesta la mecha, se procede al moldeo de la bujía, que consiste en vaciar la masa en moldes de forma cilíndrico-cónica, dispuestos sobre mesas ó cajas de *amoldar*, y en cuya descripción no podemos detenernos.

Moldeadas las bujías, y enfriados los moldes, se extraen, bien golpeándolas para que se desprendan, bien desalojando las bujías por la acción mecánica del aire inyectado con fuerza ó de varillas metálicas que penetran en los moldes.

Blanqueo de las bujías.—Obtenidas éstas, es preciso hacerlas perder el color amarillento que presentan, ó *blanquearlas*, para lo que basta dejarlas expuestas por espacio de algunas horas á la acción de la luz, en cámaras dispuestas al efecto.

Recortadura y pulimento.—Blanqueadas las bujías, se recortan para que todas sean de la misma longitud y peso. Para ello se colocan sobre un tambor acanalado que, en su movimiento de rotación, las expone á la acción de una sierra circular. Las bujías cortadas, caen sobre una plataforma de rulos de madera en la que son bruñidas por un juego de cepillos.

Bujías de parafina.—La parafina es un carburo de hidrógeno ó una mezcla de diferentes hidrocarburos, que se presenta al estado sólido, incolora, inodora é insípida, que se obtiene del alquitrán de la madera, del lignito y la turba, del petróleo, del asfalto, etc., insoluble en el agua, soluble en el alcohol y en el éter, que se funde de 43° á 62°, se volatiliza á 300° y cuyos vapores se inflaman produciendo una llama brillante.

Actualmente la parafina se emplea en gran escala en la fabricación de bujías de este nombre, bien sola, bien mezclada con el ácido esteárico para elevar su punto de fusión. La confección de estas bujías es análoga á la de las esteáricas.

Velas.—Son bujías fabricadas con el sebo ó con la cera. Las *velas de sebo* se fabrican sumergiendo repetidas veces las mechas

en el sebo fundido, hasta que adquieren el espesor deseado, ó vaciando el sebo en moldes á la manera que las bujías.

Las *velas de cera* se preparan rociando la mecha con cera fundida y blanqueada, hasta que tengan el espesor que se desea, y se las da la forma cilíndrica haciéndolas rodar en el sentido de su longitud sobre una mesa de mármol.

OBTENCIÓN DE LA GLICERINA

La glicerina.—Es un cuerpo ternario, líquido, incoloro, de sabor dulce, soluble en el agua y en el alcohol, que se produce en el desdoblamiento de las sustancias grasas, y queda como residuo de la *saponificación* de las mismas.

Aplicaciones.—La glicerina se emplea en medicina, como cosmético, para conservar las pieles, para la preparación de lacas en la pintura á la acuarela y, sobre todo, para fabricar la *nitroglicerina*, la *dinamita* y otra porción de explosivos.

Obtención.—La glicerina que circula en el comercio es un producto secundario de la fabricación de las bujías esteáricas, y se obtiene de los líquidos que quedan como residuos de la saponificación de los cuerpos grasos.

Para separarla se neutralizan estos líquidos, se concentran, se filtran y se evaporan, á fuego directo ó por medio del vapor, hasta que marquen 28° del areómetro de Beaumé, que es la densidad de la glicerina *bruta* ó comercial.

INDUSTRIAS FITÓGENAS

CAPÍTULO XIX

PREPARACIÓN Y APLICACIONES DE LAS FIBRAS TEXTILES

Las fibras del *lino*, del *cañamo*, de la *pita*, del *ramio* y del *esparto*, empleadas en la fabricación de tejidos, de cuerdas, de alpargatas, de papel, etc., no se obtienen sin someter á las plantas, ó á los órganos vegetales de que forman parte, al *enriado*, al *agramado*, al *espadado*, al *rastrillado* y al *blanqueo*.

El enriado.—Tiene por fin desorganizar los tejidos parenquimatosos que recubren las fibras, y desdoblar y eliminar las materias orgánicas que contienen, pectina, goma, resinas, almidón y albúmina, mediante la fermentación. Al efecto, se mantienen los tallos del cañamo y el lino, y las hojas de la pita y el esparto, sumergidos en el agua, en balsas ó *albercas*, durante varios días.

Puede practicarse el enriado por el sistema americano, introduciendo los haces en cubas llenas de agua, y provistas de un *falso fondo* por bajo del que se dispone un serpiente, que, por medio del vapor, eleva su temperatura á 45°. La fermentación dura de 60 á 70 horas.

El *sistema Clausen* consiste en tratar las plantas textiles, su-

cesivamente, por disoluciones ligeras *alcalinas* y *ácidas*, que desintegran las sustancias orgánicas que recubren la *fibra*.

Enriadas las plantas textiles, se desecan y se *agraman*, para triturar la materia leñosa, recubierta por las fibras en el cáñamo y el lino, á fin de que, más tarde, pueda separarse, mediante el *espadado* y el *rastrillado*. Consiste el primero en sacudir los tallos, ya machacados y dispuestos á lo largo de un tablero vertical, con un *espadón* de madera dura, que va desprendiendo la *cañamiza* adherida á las fibras, y el segundo en pasar éstas repetidas veces por las puas de un *peine* de hierro, hasta dejarlas completamente limpias.

El algodón es la materia filamentososa que recubre las semillas del *algodonero*, constituida por pelos finísimos, de 10 á 40 milímetros de longitud, que se entrelazan formando un fieltro ó borra blanca que protege los citados granos.

Recolectados los frutos y expuestos al sol para que se abran, se extrae la semilla, de la que se separa el algodón por medio de máquinas impropriamente llamadas *desgranadoras*, y cuyos órganos de trabajo consisten en cilindros armados de discos dentados ó de cardas.

Las fibras textiles empleadas en la fabricación de tejidos, ó de papel de escribir, se *blanquean*, si bien es más frecuente practicar esta operación después de confeccionadas las telas, por procedimientos de que más tarde nos ocuparemos.

FABRICACIÓN DE TEJIDOS

Tejidos.—Son cuerpos de gran superficie y poco espesor, flexibles y elásticos, que resultan del cruzamiento y enlace, en variadas direcciones, de dos ó más series de *hilos*.

La fabricación de tejidos debe, pues, comprender, en primer término, la *hilatura*, por la que se preparan los hilos con las *fibras*, ya sean vegetales, ya animales.

Hilatura de algodón.—El algodón, constituido por filamentos sumamente cortos que llegan á la fábrica en masas compactas, á consecuencia del *embalado*, debe someterse á una serie de operaciones preliminares que permitan transformarlo en hilo.



La hilatura del algodón comprende: el *batanado*, el *cardado*, el *peinado*, el *estirado*, el *laminado* y la *torsión*.

El *batanado* del algodón tiene por objeto desenlazar los filamentos, separando, á la vez, las materias extrañas que los acompañan, y formar con ellos fieltros ó huatas que hagan posible el *cardado*. El *batanado* se lleva á cabo golpeando el algodón con grandes mazos, como en los antiguos batanes, ó por medio de *batidores* y cilindros compresores, ayudados por *ventiladores*, como en los modernos.

El *cardado* tiene por fin enderezar los filamentos del algodón, depurarlos y disponerlos paralelamente, lo cual se consigue haciendo pasar las fibras entre púas finísimas (*cardas*).

El trabajo de las *cardas* se completa por medio del *peinado*.

El *estirado* y *laminado* tienen por fin operar un deslizamiento en las fibras, que quedan escalonadas y formando una *lámina* estrecha ó *cinta*, que, por nuevos estiramientos, se reduce á fina mecha, con el número de filamentos necesarios para formar el hilo.

El hilo es un cilindro de longitud indefinida y muy poco diámetro, homogéneo, elástico y resistente, formado de filamentos unidos y dispuestos en hélice mediante la *torsión* ó *hilado*. Este se ejecuta á mano, con las antiguas *ruecas*, ó por medio de *husos automáticos* de las máquinas modernas.

Obtenido el hilo, se arrolla en *carretes* para formar la *canilla*, que se lleva á la *lanzadera* del telar, ó se *devana* y dispone en *madeiras*.

Tejidos de algodón.—Como los tejidos todos, los de algodón se preparan cruzando en diversas direcciones dos ó más series de hilos. Al efecto, se disponen sobre el telar cierto número de hilos paralelos, y en sentido longitudinal (*urdimbre*), por entre los que se pasan otros, en sentido transversal, alternativamente por bajo y por cima de los primeros (*trama*).

Los tejidos de algodón pueden ser de una sola urdimbre y una sola trama, que comprenden: los *lisos*, cuando los hilos de trama cruzan alternativamente y en ángulo recto los de urdimbre, como el *lienzo*, y el *percal*, el *madapolán*, la *batista*, etc., los *cruzados*, cuando la trama cruza alternativamente, no uno, sino varios hilos de urdimbre, como el merino de algodón, el *muletón*, el *satén*, etc.; y los *mostreados* ó labrados, cuando los hilos se combinan de modo que reproduzcan dibujos variados; ó de una

sola urdimbre y dos tramas, una de las cuales forma el cuerpo del tejido y la otra aparece en la superficie como un pelo suave, una vez cortada, tal sucede con la *pana* ó *terciopelo* de algodón.

Tejidos de lino.—La hilatura del lino comprende el *peinado*, el *laminado*, el *estirado* y la *torsión*.

Obtenido el hilo, se confeccionan con él los tejidos de lino por procedimientos análogos á aquellos por los que se fabrican los de algodón.

Los tejidos de *lino* ó de *hilo* más importantes son: el *lienzo*, la *holanda*, la *batista*, el *cambray*, la *pañolería*, etc., de una sola urdimbre y una sola trama.

Blanqueo de los tejidos.—Los tejidos recién salidos de los telares, están lejos de presentar el color blanco exigido por el comprador, y para que lo adquieran se someten á la operación llamada, con poca propiedad, *blanqueo*, que consiste en destruir las materias colorantes que acompañan á las fibras textiles. Los primitivos procedimientos de blanqueo, seguidos aún en nuestras aldeas, consisten en exponer repetidas veces las telas al sol, después de mojarlas en agua clara ó en lejías.

En las grandes fábricas de tejidos, el blanqueo se lleva á cabo sumergiendo las telas en una lechada de cal (5 kilg. para 100 de tejidos), y después en agua acidulada con ácido clorhídrico. Hecho ésto, se tratan con una lejía alcalina, preparada con 3 kilogramos de carbonato sódico ó 1,500 kilog. de carbonato de sodio y 1 kilog. de jabón de colofonia, en la cantidad de agua necesaria para cubrir completamente 100 kilog. de tejidos, en la que se hierven durante 15 ó 20 horas.

Lavadas las telas, se sumergen en una solución de hipoclorito de calcio á 1° y luego en otra de ácido clorhídrico á 1°. Después se lavan perfectamente.

FABRICACIÓN DEL PAPEL

El papel.—Consiste en un fieltro, en hojas de poco espesor, de tenues fibrillas vegetales unidas, en presencia del agua, mediante la presión y, á veces, el *encolado*.

La importancia de la industria papelera es mayor cada día, en razón al creciente consumo que del papel se hace.

Primeras materias.—Hasta mediados del siglo anterior, los trapos de cáñamo, lino y algodón constituían la sola materia empleada en la fabricación del papel. Actualmente las pastas de madera, de esparto y de paja, entran, con los trapos, en su confección. Para darle más consistencia y solidez, y disminuir la transparencia del papel, se adicionan á las pastas ciertas sustancias minerales, destinadas á llenar los intersticios que dejan entre sí los filamentos que la forman, tales como el silicato de alúmina, el sulfato de bario (*blanco fijo*), la magnesia, etc. El cloro y el hipoclorito de calcio, como descolorantes de las pastas, el almidón y la cola, el azul de Prusia y otras sustancias colorantes se utilizan como materias primas en la industria papelera.

Papel de trapos.—La fabricación del papel preparado con los trapos comprende las operaciones siguientes: *separación y limpieza* de los mismos, *cortadura ó destrozo, deshilachado, obtención de la pasta, blanqueo y encolado* de la misma, *preparación de las hojas, prensado y desecado* y el *satinado*.

Separación ó clasificación de los trapos.—Aunque los trapos hayan sido separados y clasificados antes de llegar á la fábrica, deben escogerse de nuevo, clasificándolos según su naturaleza, el grosor del tejido, su color, su estado, etc.

Escogidos los trapos, se limpian, sometién dolos á un frotamiento rápido en el interior de cilindros inclinados, formados por una tela metálica, cuyo trabajo se completa por medio de un *ventilador*, que arrastra el polvo desprendido de aquéllos

Limpios los trapos, se cortan en pequeños fragmentos ó se destrozan, con maquinas llamadas *corta trapos*.

La limpieza se completa tratando los trapos con legías ó soluciones alcalinas, á la temperatura de la ebullición, ó sometién dolos en *calderas rotatorias* á la acción del vapor, después de adicionada la lejía. Esta se prepara con 5 ó 6 kilog. de cal apagada ó 3 de sosa cáustica por 100 kilog. de trapos blancos, ó con 12 á 15 kilog. de cal ó 6 de sosa por 100 kilog. de trapos teñidos. Terminada la cocción, al cabo de tres horas, se lavan los trapos con agua pura y se extraen de la caldera.

Deshilado de los trapos—Cocidos los trapos, y preparados así para la mejor disgregación de sus fibras, se deshilachan, operación preliminar en la obtención de la pasta con que ha de fabricarse el papel.

La antigua práctica de someter á los trapos, en grandes pilas, á la maceración, á fin de que sufriesen una fermentación que facilitase el deshilado, ha sido completamente abandonada.

El deshilachado se practicaba, no hace mucho, en *molinos de mazos ó batanes*, en los que los trapos se machacaban, en presencia del agua, con grandes mazos de madera hasta convertirlos en pasta. Actualmente esta operación se lleva á cabo en *pilas deshilachadoras*, en las que un cilindro armado de hojas de acero, que gira con velocidad de 100 vueltas por minuto, arrastra y golpea los trapos, ayudado por el agua, contra una *platina* de madera, provista también de láminas de acero, existente en el fondo de la pila, debajo y á poca distancia del cilindro, y los destroza y deshilá, convirtiéndolos en *semi-pasta*.

Obtención de la pasta.—Preparada la *semi-pasta*, pasa á la *pila refinadora*, semejante á la *deshilachadora*, con la diferencia de que su cilindro y platina están armados de mayor número de hojas; éstas son más cortas y es menor el espacio que queda entre ambos, donde tiene lugar el *refinado*, ó aquélla se transforma en una pulpa fibrosa susceptible de ser convertida en hojas.

Blanqueo de la pasta.—Si los trapos destinados á la fabricación del papel de escribir no se hubiesen *blanqueado*, es necesario blanquear la *semi-pasta*, tratándola por el cloro en cámara á propósito, y colocada en estanterías que permitan á este gas actuar libremente sobre ella, ó bien por los hipocloritos de calcio ó de sodio, pudiendo, en este caso, llevarse á cabo la operación del *blanqueo* en la misma pila.

Blanqueada la pasta, debe lavarse, á fin de hacer desaparecer el cloro, y el ácido clorhídrico producido, que destruirían la celulosa, para lo que es conveniente adicionar al agua una pequeña cantidad de sosa, ó el hiposulfito de sodio (*anticloro*).

Encolado de la pasta.—Para que las fibrillas que han de formar la hoja de papel se unan íntimamente, para dar á éste más consistencia y solidez, y evitar, además, que la tinta se corra, se da á las hojas una capa de cola (procedimiento antiguo), ó se adiciona á la pasta, y en la *pila refinadora*, agua de cola preparada con *jabón de colofonia*, cola fuerte, almidón y sulfato de aluminio. Esta operación constituye el *encolado*.

Preparación de las hojas.—Antiguamente se obtenían las hojas del llamado *papel á mano* colocando la pasta refinada en

moldes de las dimensiones que debían tener aquéllas, y consistentes en finos tamices metálicos, denominados *formas*, á través de cuyas mallas se escurría el agua sobrante.

Extendida la pasta sobre la *forma* en capa delgada y homogénea, se cubría con un bastidor, que operaba el fieltro de las fibras y, á la vez, favorecía la eliminación del agua. En las fábricas modernas el *papel continuo* ha substituído á las antiguas hojas.

Prensado de las hojas—Obtenidas éstas y colocadas entre *fieltros* ó telas de lana, se presan para completar el *fieltro* de las fibrillas, dar al papel mayor consistencia y solidez y hacer que desaparezca la mayor parte del agua que aún conservan.

El prensado tiene también por fin evitar que el papel quede rugoso y, por consiguiente, nada á propósito para la escritura.

Desecado y satinado.—Prensadas las hojas, se llevan al *secadero* ó *tendedero*, donde, suspendidas de cuerdas, pierden el agua que la prensa no ha podido eliminar, bien bajo la sola influencia del aire normal, en los climas meridionales y durante el verano, bien expuestas á una corriente de aire de antemano calentado, en los húmedos y en el invierno.

Secas las hojas, se *satinan* ó pulen hasta que adquieran el brillo propio del papel fino de escribir, ya por medio de prensas, ya de cilindros metálicos.

En la actualidad, y en las grandes fábricas, se obtiene el *papel continuo* ó en hojas de longitud indefinida, por medio de máquinas complicadas é ingeniosas de las que sale la hoja seca y satinada, figurando entre las más importantes la de Didot.

La pasta *refinada*, y después de pasar por aparatos *depuradores* que separan los grumos y las impurezas que la acompañan, es conducida por un *regulador* á la *forma*, representada por una tela metálica sin fin, arrollada sobre cilindros que la hacen girar, manteniéndola en posición horizontal en una longitud de 3 á 4 metros. Sobre la *forma* se disponen reglas metálicas que determinan el espesor de la hoja, extendiendo y comprimiendo ligeramente la pasta hasta producir una capa delgada y algo coherente. La hoja que va formándose, y que ha abandonado no poca agua, debe ser purgada de gran parte de la que aún retiene, antes del prensado, y esto se consigue mediante *aspiradores* que permiten obrar á la presión atmosférica. A medida que la hoja llega al término del trayecto horizontal de la *forma*, es guiada por un cilindro que la empuja por entre otros dos, llamados *agotadores*,

que, al propio tiempo que deshidratan el papel, completan el fieltro, dándole la resistencia necesaria. Dos pares de cilindros, por los que pasa más tarde la hoja, la satinan por uno y otro lado, y, por fin, un tambor hueco, calentado por el vapor, la deseca. La hoja, seca y satinada, se arrolla sobre una devanadera en la que se corta en trozos cuya longitud será igual á la extensión de la superficie de dicha devanadera.

Pasta de esparto.—Desde mediados del siglo último, el esparto, planta textil cuya hoja constituye una de las producciones más económicas, se utiliza como primera materia en la fabricación del papel, ya solo, como en el papel ordinario, ya en unión de los trapos, como en el papel de escribir ó de imprenta. La pasta de esparto se obtiene tratando la hoja, *enriada, majada*, y reducida á pequeños fragmentos, por el vapor de agua á la presión de tres atmósferas, y en presencia de una lejía preparada con 27 por 100 de carbonato sódico ó 13 por 100 de sosa cáustica. La masa de esparto, cocida por espacio de 8 ó 10 horas, se extrae de la caldera, se lava y se muele hasta reducirla á una pulpa esponjosa y homogénea. La pasta obtenida se blanquea por medio del cloro ó del hipoclorito de calcio.

Pasta de paja.—La paja, cortada y machacada, se cuece, se muele, se blanquea, como el esparto, para preparar pastas que, con la de trapos, se utilizan en la fabricación de papel de color.

Pasta de madera.—La pasta de madera se obtiene sometiéndola á la cocción con una lejía de sosa cáustica, á la presión de 12 atmósferas, ó tratándola por el ácido clorhídrico ó el agua regia. Hecho esto, se reduce á pequeños trozos, se desfibra y tritura. La pasta obtenida se *refina* y *blanquea*.

INDUSTRIAS AGRÍCOLAS

CAPITULO XX

FABRICACIÓN DE VINOS

El vino.—Es el líquido resultante de la *fermentación alcohólica* del mosto de la uva. Es una mezcla, en proporciones variables, de *agua, alcohol, materias colorantes, glucosa, glicerina, ácidos orgánicos, aceites esenciales, sales diversas*, etc.

Los vinos se clasifican: por su color, en *tintos* y *blancos*; por la cantidad de azúcar que contienen, en *secos, abocados* y *dulces*; por la de alcohol que encierran, en *comunes* ó de *pasto* y *licorosos* ó de *postre*. Los vinos que contienen gran cantidad de *ácido tártrico* se denominan *acidulos*, como el *chacolí*, los del Rhin, etc.

Importancia de la industria vinícola.—La *vinificación* era la primera y más importante de nuestras industrias, por la considerable extensión que alcanzaba el cultivo de la vid, por las variadas clases de vinos que pueden obtenerse, merced á la diversidad de climas de la Península, y por la inmensa riqueza que representaba su fabricación. En años de buena cosecha se producían de *treinta á cuarenta millones* de hectólitros, cuyo valor, aun al ínfimo precio de 10 pesetas, no bajaba de *trescientos millones*. La *filoxera* ha destruído muchos de nuestros viñedos, y hoy la cosecha de vino no pasa de *catorce millones* de hectólitros.

Fermentaciones.— Son los desdoblamientos que experimentan las materias orgánicas, bajo la influencia de *agentes* denominados *fermentos*, *diastasas* segregadas por microorganismos que viven y se reproducen en el seno de los medios *fermentescibles*.

Fermentación alcohólica.— Consiste en el desdoblamiento de las *glucosas*, con producción de *alcohol*, bajo la influencia, á lo que parece, de una diastasa producida por numerosos microbios del género *Saccharomyces*.

Los trabajos de Pasteur, Berthelot, Hansen, Lidner y Fischer, han demostrado que la *fermentación alcohólica* es consecuencia de la actividad funcional de varios *blastomyceos* del género *Saccharomyces*, generalmente, llamados *levaduras*, que viven y se multiplican en los líquidos *fermentescibles*.

Es un hecho, ya demostrado por Pasteur, que, en presencia del aire, unas cuantas células de *levaduras*, reproduciéndose prodigiosamente, destruyen 100 gramos de azúcar en 24 horas, y que el alcohol no aparece hasta que ha desaparecido el oxígeno libre.

La fermentación del mosto, y el desdoblamiento del azúcar del mismo en alcohol y anhídrido carbónico, es el resultado del paso de la levadura del estado de vida *aerobia* al de vida *anaerobia*, quemando, con los cuatro átomos de oxígeno libres, los dos de carbono resultantes de esa dislocación, para producir la energía necesaria al sostenimiento de su vida, y en su lucha contra la asfixia, según la clásica ecuación.



Para Liebig, era inexplicable que pasaran por el cuerpo de la levadura cantidades tan enormes de azúcar, en reducidísimo espacio de tiempo, por suponer transmutaciones internas de una actividad sin ejemplo. C. Bernard admitía la acción de una diastasa, Mitscherlich aseguraba que las levaduras exudan sustancias de esta clase y Berthelot que pueden obtenerse precipitándolas por el alcohol. Buchner ha demostrado que la dislocación del azúcar, con producción de alcohol y anhídrido carbónico, por la levadura, continúa aun después de destruída su actividad vital por el calor, así como bajo la acción del extracto acuoso de la misma filtrado á través de la porcelana y tratado por el cloroformo y por el meta-arseniato de potasa. Para Duclaux la fermentación alcohólica es el resultado del trabajo, á la vez de reducción y de oxidación, de la *cimasa* de Buehner.

Fabricación de vinos tintos.—Comprende ésta las operaciones siguientes: la *vendimia*, el *acarreo* de la uva, el *despalillado*, el *pisado*, la *fermentación tumultuosa*, el *trasiego* ó *encubado*, el *presado* del orujo y la *conservación* del vino.

Vendimia.—La *vendimia* es la operación por la que se recolecta la uva. La época de la *vendimia* varía con el clima, con las variedades de vides cultivadas y con la clase de vino que haya de fabricarse. Se adelanta en los climas cálidos, y cuando las variedades son *tempranas* ó se fabrican vinos *acidulos*, y se retrasa en los climas fríos, cuando las variedades son *tardías* ó se quiere elaborar vinos de *postre* ó *generosos*.

Excepción hecha de aquellos casos en que hayan de obtenerse vinos ácidos, sólo se *recogerá* la uva madura, separando los racimos sanos de aquellos que hayan sufrido alteraciones que harían desmerecer la calidad de los vinos.

Acarreo de la uva.—En el transporte de la uva al *lagar* ó *cocedero* deben proseribirse los sistemas, por demás viciosos, de *aportaderas*, *cuévanos*, etc., en los que los racimos se comprimen y aun se apisonan, procurando que los frutos lleguen á él, á ser posible, intactos, para evitar que se inicien fermentaciones que hacen imposible la elaboración de vinos selectos.

Despalillado.—Es la operación que consiste en separar los granos del escobajo, para que los principios astringentes del mismo no queden en el mosto, y, por consiguiente, en el vino. El despalillado se hace frotando los racimos sobre zarandas formadas de listones de madera cruzados, ó de mimbres, sostenidas por cuatro pies, cuando es de poca importancia la cosecha. En las grandes explotaciones se practica después de *pisada* la uva, bien con las *estrujadoras* ó *separadoras*, bien con rastros de mano cuando el *estrujado* se hace con los pies.

Pisado de la uva.—Para obtener el mosto que, por fermentación, ha de producir el vino, es preciso romper el *hollejo* del grano para dar salida á la pulpa, con sus jugos azucarados. Al efecto, se procede al *pisado*, que se hace con los pies, extendidos los racimos sobre la *lagaveta* ó *pisadera*, ó bien por medio de *pisadoras* ó *estrujadoras*.

Corrección del mosto.—En ocasiones, los mostos no son á propósito para la obtención de los vinos que los consumidores piden y procede su corrección.

Los mostos pobres en *glucosa* y que poseen un exceso de *acidez*, como sucede con los obtenidos en estas provincias del Norte, destinandos á la fabricación del *chacoli*, se corrigen con la adición de mosto concentrado ó *arrope*, de glucosas industriales ó de azúcar de caña, y neutralizando el ácido tártrico por medio de la creta ó del tartrato neutro de potasa. El exceso de glucosa y de materia colorante se corrige adicionando al mosto agua lo más pura posible.

Fermentación tumultuosa.—Vertido el mosto en las *vasijas* de fermentación (toneles de madera, *lagares* ó grandes depósitos de fábrica de *hormigón* ó *mampostería* revestidos de *mortero* hidráulico, etc.), comienza la fermentación tumultuosa, bajo la influencia del oxígeno del aire, de los *fermentos* y de una temperatura apropiada (15° á 25°). Esta fermentación se caracteriza por el rápido desdoblamiento de la *glucosa* en alcohol, que queda disuelto en el líquido, y ácido carbónico, que se desprende bajo la forma de burbujas, y por el ascenso del hollejo (*brisa* ú *orujo*), que forma una espesa capa en la superficie del mosto.

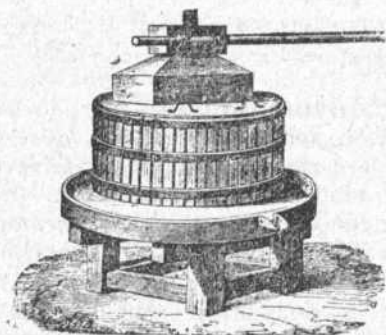
Encubado—Terminada la fermentación tumultuosa se procede al *trasiego*, ó separación del vino del orujo con que está mezclado, y se traslada á las *vasijas* de *conservación*, *toneles*, *barricas* ó *cubas*, donde continúa la *fermentación lenta*, operándose en la masa líquida transformaciones variadísimas, no bien conocidas, que acaban por comunicar al vino sus propiedades características. La limpieza de estas vasijas debe ser esmeradísima, destruyendo los micro-organismos que en ellas pudieran existir, por medio del anhídrido sulfuroso, obtenido de la combustión del azufre.

Prensado.—Hecho el *trasiego*, como el hollejo que queda en las vasijas de fermentación contiene todavía vino en cantidad no despreciable, se somete, para obtenerlo, al *prensado*. Las prensas empleadas para separar el vino del *orujo* son numerosas, y no es posible entrar en su descripción. Una de las más recomendables, por su sencillez y la relativa perfección de su trabajo, es la de *husillo* y *palanca múltiple* de Mabile.

El vino de *prensa* es de calidad inferior, y debe conservarse en vasijas destinadas á este solo objeto.

Conservación del vino.—Los vinos deben conservarse en cuevas ó bodegas, nada húmedas, oscuras, cuya temperatura no pase de 14°, y en vasijas de madera herméticamente cerradas,

para evitar su contacto con el aire y la penetración de gérmenes orgánicos que los alterarían.



Prensa de Mábille

Alteraciones de los vinos.—Los vinos pueden experimentar alteraciones, impropriamente llamadas *enfermedades*. Una de las más comunes en los vinos de *pasto* es la *acetificación* ó *avinagramiento*, caracterizada por la transformación del alcohol ácido acético, que comunica al vino un sabor á vinagre más ó menos pronunciado. Esta alteración es producida por un microorganismo (*Mycoderma aceti*) que oxida el alcohol, con producción de ácido acético. Para corregirla se neutraliza el ácido por medio de la creta, se *trasiega*, se regenera el alcohol destruido y se *esteriliza* el vino por el *caldeamiento*. Si los vinos son de escaso valor, es preferible destinarlos á la *destilación*, ó á la fabricación de vinagres si la alteración fuese profunda.

Fabricación de los vinos blancos y dulces.— Los vinos *blancos*, se distinguen de los *tintos* y de *pasto*, no sólo por su color amarillo claro, sino porque contienen mayor cantidad de alcohol, (de 17 á 23 por 100), y para obtenerlos se *asolea* la uva, para concentrar en ella la glucosa, y si esto no basta, se adiciona *arrope* ó azúcar al mosto, obtenido por los procedimientos ordinarios, y se hace fermentar solo ó separado del hollejo.

Los vinos *dulces* ó *generosos* se fabrican adicionando *arrope* al

mosto, cuando la fermentación ha producido la cantidad necesaria de alcohol (14 á 17 por 100).

La obtención de los vinos blancos, con las cualidades exigidas por el mercado impone la *clarificación*, que se consigue con la clara de huevo ó la *cola* de *pescado*.

CAPÍTULO XXI

FABRICACIÓN DE LA SIDRA, DEL VINAGRE Y DE LA CERVEZA

La sidra.—Es el líquido resultante de la fermentación alcohólica del zumo de la manzana, y su fabricación está basada en el desdoblamiento de sus azúcares, *dextrosa* y *levulosa*, por los fermentos llamados *levaduras*.

Aunque los azúcares de la manzana son esencialmente fermentescibles, y pueden ser desdoblados por todos los *saccharomyces*, los principales fermentos del zumo de la misma son: *S. Mali Risler*, *levadura haja*, que, además de la *cimasa*, segrega la *sucrasa* y la *maltasa*, y hace fermentar todos los azúcares de este fruto, produciendo una sidra seca; el *S. Mali Duclaux*, *levadura alta*, que no desdobra todo el azúcar y da sidra ligera y aromática, y el *S. apiculatus* de *Kayser*, que sólo segrega la *cimasa*, y no desdobra la *sacarosa*, dando lugar á sidras dulces.

Variedades de manzanas.—Para fabricar sidras superiores deben mezclarse las manzanas amargas, dulces y ácidas, en las proporciones necesarias para obtener jugos cuya densidad oscile entre 1.090 y 1.050; con una riqueza mínima de 10 por 100 de azúcar y máxima de 15 y un grado de acidez, equivalente á dos gramos de ácido sulfúrico por litro.

Fabricación de la sidra.—Comprende las operaciones siguientes: la *recolección del fruto*, el *estrujado*, el *prensado*, la *fermentación*, el *trasego* y el *embotellado*.

Recolección de la manzana—La recolección del fruto se lleva á cabo en los meses de Octubre y Noviembre á medida que va madurando, en día despejado, y á mano, no por el sistema de *apaleo*, á menos que enseguida haya de someterse á la *trituration y prensado*.

Recogida la manzana, se amontona bajo cubierto, para que adquiera el grado de madurez necesario para la elaboración de la sidra de calidad superior.

Estrujado.—Madura la manzana, se quebranta ó tritura, convirtiéndola en una pulpa fina y homogénea con mazos ó *pisones*, en tinas á propósito, ó por medio de muelas de madera ó piedra, no siendo conveniente el empleo de cilindros de fundición, porque los ácidos tánico y gálico del fruto se combinan con el hierro, dando lugar á tanato y galato de este metal, de color negro y sabor astringente, que quedan en la pulpa y, más tarde, en la sidra.

Prensado.—Obtenida la pulpa, se lleva á la prensa, en la que se dispone por capas de poca altura, separadas por zarzos de mimbres, esteras ó telas de crin, para facilitar la salida del zumo, que fluye poco, á poco, mediante la presión.

Aunque la manzana contiene, por termino medio, 95 por 100 de jugo, con las prensas ordinarias sólo se obtiene el 50 por 100, y con las hidráulicas el 65, en primera presión.

En segunda presión, y mezclando la pulpa con el agua, puede separarse de 30 á 40 por 100, equivalente de 20 á 25 por 100 de jugo puro.

Fermentación.—Obtenido el jugo, se vierte en toneles, donde, bajo la acción de los fermentos que acompañan al fruto, y de una temperatura apropiada, se inicia la *fermentación tumultuosa*. Si ésta no comenzase pronto, se adiciona *levadura fresca*.

Trasiego.—Terminada la fermentación activa, se traslada el líquido alcohólico resultante á cubas en las que se deja en reposo durante treinta ó cuarenta días, para que se aclare y acabe de desdoblarse el azúcar.

Embotellado.—La sidra ordinaria ó de *pasto* se conserva en barricas, después de trasegarla varias veces, pero la sidra *espumosa* sólo puede conservarse en botellas, que se llenan antes de que termine la *fermentación lenta* y después de clarificada,

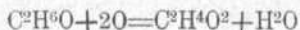
para que el ácido carbónico, que continúa produciéndose, quede disuelto en el líquido y le comunique el gusto ácido y picante que la distingue.

FABRICACIÓN DEL VINAGRE

El vinagre.—Es la bebida ácida resultante de la *fermentación acética* de los líquidos alcohólicos. Es una mezcla de agua y ácido acético (4 á 7 por 100), con algunas substancias colorantes, sales disueltas y pequeñas cantidades de aceites esenciales, variables con su procedencia.

La fabricación del vinagre está basada en la fermentación acética ó en la oxidación del alcohol por el fermento orgánico *Mycoderma aceti*, con producción de ácido acético y agua, y cuyo poder oxidante es tal, que en 36 horas lleva sobre la molécula de alcohol una cantidad de oxígeno equivalente á 500 veces el peso de su propio cuerpo, razón por la que Duclaux cree que en este fenómeno interviene una diastasa del grupo de las *oxidazas*.

Hansen ha descubierto y cultivado otra especie que acetifica el alcohol, el *Mycoderma pasteurianum*, que se colora en azul por el iodo. Parece que existen, además, varias bacterias acetificantes, como las especies *B. aceti* de Hansen, *B. oxidans* de Henneberg, *B. industrium* del mismo, *Thermobacterium aceti* de Zeidler y otras, que doblan el alcohol conforme á la ecuación



Obtención del vinagre.—Numerosos son los procedimientos industriales de fabricación de vinagres, y su elección deberá ajustarse á las exigencias del consumo y á las circunstancias en que el agricultor, ó el fabricante, se halle. Entre ellos los más importantes son los siguientes:

Método ordinario.—En nuestras regiones vinícolas, el vinagre se fabrica con el orujo extraído de los lagares, y después de trasegado el vino. Para ello se moja y se abandona al aire en habitaciones templadas, hasta que el aroma y el gusto marcadamente ácido indican que todo el alcohol ha sido transformado en ácido acético. Por la presión se separa luego del orujo un vinagre de regular *fuerza ácida*.

Cuando se quiere obtener vinagre superior, se utilizan los vinos que se *tuercen* ó los de escaso valor. Los primeros se abandonan al aire en vasijas abiertas, y en presencia de una temperatura algo elevada, y los segundos se mezclan con cierta cantidad de vinagre fuerte ó *flores* del mismo.

Método de Orleans.—El líquido de que se obtiene el vinagre por este procedimiento es el vino.

Para preparar el vinagre por el método de Orleans se dispone una ó más series de toneles en una habitación cuya temperatura no debe ser inferior á 25°. Se vierte en cada uno de ellos cierta cantidad de vinagre caliente, y sobre él se va echando vino que, de antemano, se ha hecho pasar á través de virutas de haya en las que se ha desarrollado la fermentación acética, á fin de que se cargue de este fermento.

Procedimiento alemán.—Para fabricar el vinagre por este sistema se emplean toneles provistos de un falso fondo que se carga de virutas de haya impregnadas de vinagre fuerte. A los costados del tonel, y por bajo del falso fondo, se abren unos agujeros para el paso del aire necesario á la acetificación, y en la parte superior se dispone un diafragma de madera con pequeños taladros atravesados de delgadas mechas de cáñamo, ó trozos de bramante, para que dejen filtrar lentamente y muy dividido el líquido alcohólico que al mismo se hace llegar. Hecho el vinagre, que descende al fondo del tonel, se le va dando salida por la llave dispuesta al efecto.

Método de Pasteur.—Por este procedimiento, basado en los descubrimientos del sabio bacteriólogo respecto del *Mycoderma aceti*, se obtiene el vinagre vertiendo en vasijas de madera de gran superficie y poco fondo agua con 2 por 100 de alcohol y 1 por 100 de vinagre, y en cuyo líquido se siembra el fermento en cuestión, con una pequeña cantidad de fosfatos, necesarios al funcionamiento de este *micro-organismo*. A medida que el vinagre se produce, se extrae, procurando no destruir la *tela* formada en la superficie, que contiene el fermento acético, y se va añadiendo nueva cantidad de líquido alcohólico.

FABRICACIÓN DE LA CERVEZA

La cerveza.—Es la bebida resultante de la fermentación alcohólica del mosto obtenido de la *sacarificación* de la *malta*.

La fabricación de la cerveza comprende, por tanto, las operaciones siguientes: la obtención de la *malta*, la *sacarificación* y la *fermentación alcohólica*.

Obtención de la malta.—La malta, que constituye la primera materia de la fabricación de la cerveza, es el producto obtenido del grano de la cebada *germinada*.

En la industria cervecera se prefieren las cebadas de gran volumen y peso, ricas en almidón y pobres en gluten, y dotadas de la facultad germinativa.

Germinación de la cebada.—Tiene por objeto llevar a la materia amilácea de este grano las diastasas necesarias á la *sacarificación*, producidas durante el proceso germinativo.

Según los trabajos de Brown y de Morris, al iniciarse la germinación en las gramíneas, la capa epitelial que protege al *escutelo* del embrión, y que está en contacto con el endosperma, segrega una diastasa, la *citasa*, que disuelve las membranas de las células que encierran los granos de almidón. Estos se hinchán, gelatinizándose, y bajo la acción de otras dos diastasas, la *amilasa* y la *deatrinasa*, segregadas por las mismas células del epitelium, se transforman en dextrina y maltosa. La germinación de la cebada para preparar la *malta* no tiene otro fin que producir y almacenar en el grano las mencionadas diastasas.

La germinación se lleva á cabo en habitaciones oscuras y templadas, generalmente, subterráneas, de suelo impermeable, en las que se extiende el grano *remojado*, de modo que forme una capa de poco espesor, que se remueve, de tiempo en tiempo, con palas.

Como la limpieza de estos *germinadores* no puede ser tan completa como exige toda fabricación esmerada, y es difícil regular la temperatura y la aireación de las mismas, se recomienda la germinación en tambores rotativos, en número de dos, uno envolvente y otro interior, que hace de germinador y está agujereado para que penetre en la masa de cebada una corriente de aire húmedo, determinada por aspiración.

Tostación de la cebada.--Cuando la germinación ha producido las diastasas necesarias para la sacarificación, entre el séptimo y el octavo día, á la temperatura de 15°, se paraliza, sometiendo al grano á la acción del calor, desecándolo á temperaturas moderadas, de 50 á 60°, y tostándolo, después á 105°.

Estas operaciones se llevan á cabo en estufas, en *caloríferos*, ó en tambores calentados por medio del vapor, removiéndolo el grano con agitadores de paletas.

Tostada la malta, se separan las raicillas, desarrolladas en la germinación, por frotamiento, en cilindros rotatorios formados por telas metálicas, á través de cuyas mallas son expulsadas, y se trituran por medio de cilindros acanalados.

Sacarificación de la malta.--Es la *fermentación sacarina* ó transformación del almidón en *dextrina* y en *maltosa*, determinada por dos diastasas, la *amilasa*, que transforma el almidón en dextrina, y la *dextrinasa*, que hidrata la dextrina, haciéndola pasar á *maltosa* ó azúcar de malta.

La sacarificación tiene lugar en cubas de palastro, protegidas exteriormente por una capa de corcho para evitar pérdidas de calor, cuya temperatura debe oscilar entre 60 y 65°, y en las que se vierte la malta mezclada con 2 ó 2,5 partes de agua.

Cocción del mosto.--Obtenido y filtrado el mosto sacario, se somete á la cocción, para *esterilizarlo* y concentrarlo, coagular y precipitar las materias albuminóideas y aclararlo. Durante esta operación se le adiciona el lúpulo (conos de la especie *Humulus lupulus*), que contiene una substancia amarga, la *lupulina*, que comunica á la cerveza el sabor que la caracteriza y contribuye á su conservación.

Fermentación del mosto.--Cocido el mosto, se enfría rápidamente, para evitar fermentaciones perjudiciales á la fabricación de una buena cerveza, en grandes recipientes de palastro estañado, de poco fondo y gran superficie, y, después, por medio de *refrigerantes*.

Enfriado el mosto, se vierte en grandes cubas, en las que se le hace sufrir la fermentación alcohólica, que ha de convertirlo en cerveza, adicionándole la levadura apropiada, ya se quiera producir la fermentación *alta*, ya la *baja*, empleando de 250 á 300 gramos por hectólitro.

Según los trabajos de Fischer, sólo experimentan la fermentación alcohólica los azúcares en que el número de átomos de carbono es múltiplo de 3, y las bisacáridas y trisacáridas sólo son fermentescibles cuando las diastasas las hidratan, llevándolas á la forma de exosas ó monosacáridas. Ahora bien; el término de la sacarificación del almidón es la maltosa, y Fischer ha comprobado que ésta no fermenta si antes no se transforma en dextrosa. Tratada la maltosa por el extracto de levadura filtrado, ha reconocido en el líquido fermentescible la presencia de la glucosa por medio de la finilhidracina, obteniendo la glucosazona. Parece, pues, que la fermentación de la maltosa tiene lugar con el concurso de dos diastasas, segregadas por el *S. cerevisiae*; la *maltasa*, que desdobra la maltosa en dos moléculas de dextrosa, y la *cimasa*, que reduce esta monosacárida, con producción de alcohol y anhídrido carbónico.

Terminada la fermentación *tumultuosa*, se trasiega la cerveza, á grandes cubas para que experimente la fermentación *lenta* ó complementaria, que dura de uno á tres meses, conservándola en cuevas cuya temperatura se mantiene entre 8 y 12° para las cervezas de fermentación *alta* y entre 1 y 2° para las de fermentación *baja*.

La fermentación secundaria parece determinada por levaduras distintas de las que provocan la fermentación viva, que, según la expresión de Duclaux, se duermen durante ésta, despertando cuando termina. Van Laer ha observado que pertenecen al tipo *S. Pastorianus*, y asegura que son factores insustituibles en la fabricación de las cervezas, á las que comunican el aroma y el gusto exigidos por los consumidores.

Fermentación en el vacío.—Este procedimiento sumamente rápido, consiste en someter el mosto á la fermentación en grandes cilindros esmaltados, en los que, mediante bombas aspirantes, se hace un vacío parcial, desalojando al anhídrido carbónico y dando entrada al aire. La multiplicación y el trabajo de la levadura son tan activos, que la fermentación principal termina en dos semanas y en otras dos la secundaria, sin que la cerveza demerezca.

Clarificación de la cerveza.—Consíguese ésta con la cola de pescado, disuelta en cincuenta partes de agua, á razón de 5 gramos por hectólitro de cerveza, ó mediante la filtración á través de una capa de celulosa y á la presión de una atmósfera.

CAPÍTULO XXII

OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN

FABRICACIÓN DE ALCOHOLES

El almidón.—Es un hidrato de carbono ($C^6 H^{10} O^5$) elaborado por las células verdes de los vegetales, y almacenado en los órganos de *reserva*, frutos de las cereales, tubérculos de la patata, etcétera. El almidón, que se presenta en granos de forma variable, es blanco, inodoro, insípido é insoluble en el agua. A 75° absorbe este líquido, se hincha, se sueldan los granos y se convierte en una masa pegajosa, *engrudo*; se colora en azul por el iodo y se transforma en *dextrina*, *maltosa* y *glucosa* bajo la acción de los ácidos y de las *diastasas*.

La industria almidonera es por demás importante, dado el gran consumo que se hace del almidón, en virtud de sus numerosas aplicaciones. El almidón se emplea en el planchado de la ropa, en el *encolado* del papel, en el *apresto* de las telas, en la preparación de pastas alimenticias, en la fabricación de las *glucosas industriales*, del alcohol, etc.

Primeras materias.—Los productos vegetales de los que económicamente puede obtenerse el almidón, y que representan las materias primas en la industria almidonera, son: el trigo, que contiene 64 por 100, el maíz, que encierra 67 por 100, el arroz, en el que se halla en la proporción de 79 por 100, y la patata, en cuyo tubérculo se encuentra en la de 20 por 100. Este se conoce también con el nombre de *fécula*.

Almidón de trigo.—El antiguo sistema de extracción del almidón del trigo, abandonado casi por completo, consiste en

tritularlo y dejarlo expuesto, en presencia del agua y durante 30 ó 40 días, á fermentaciones que dan por resultado la disolución del gluten. Cuando ha tenido lugar ésta, se decanta el líquido ácido, que puede servir para otras operaciones, se diluye la materia amilácea en el agua, se tamiza repetidas veces para separar el salvado, se lava el almidón para eliminar las impurezas, se blanquea por medio de disoluciones alcalinas y ácidas y se deseca.

En todas las almidonerías de alguna importancia, este método, por extremo insalubre, ha sido substituído por el *procedimiento Martín*, basado exclusivamente en operaciones mecánicas, con el que se evita toda fermentación productora de principios deletéreos. Por este sistema se amasa la harina de trigo en *amasadoras mecánicas*, con la mitad de su peso de agua, dejándola en contacto con ésta hasta que la hidratación sea completa. Hidratada la pasta, se lleva á la *almidonera*, recipiente semi-cilíndrico de madera, sostenido por cuatro pies, guarnecido en sus costados de telas metálicas, destinadas á dar salida al almidón. En el centro del recipiente, y á poca distancia del fondo, hay un cilindro acanalado que gira sobre su eje con movimiento de rotación alternativo, y sobre éste un tubo agujereado que deja caer el agua en forma de lluvia. Bajo la acción mecánica del cilindro, ayudado por ésta, el almidón se separa del gluten, que queda en el fondo y se extrae, de tiempo en tiempo. El almidón, que atraviesa las telas metálicas, es conducido por el agua á un tamiz y de éste á un depósito. Para separar de él las últimas porciones de gluten se hace pasar por tres tamices cada vez más finos, y luego por dos *mesas de depósito* ligeramente inclinadas. Obtenido el almidón, se lava, blanquea y deseca en cámaras de aire caliente.

Almidón de arroz.—Como el gluten del arroz no se disuelve por fermentación pútrida, ni se separa con facilidad por procedimientos mecánicos, la extracción del almidón de este grano está basada en la solubilidad del gluten por medio de los álcalis cáusticos. Al efecto, se macera el arroz, por espacio de 24 horas, en una solución alcalina que contenga 300 gramos de sosa ó de potasa cáustica por hectólitro de agua, y una vez ablandado, se machaca entre dos cilindros de fundición, y se tamiza. El producto se trata de nuevo por la solución alcalina, para disolver por completo el gluten, se deja en reposo durante tres

días, se decanta el líquido, se lava el almidón con agua clara, se pasa por tamices finos, se recoge en vasijas, en cuyo fondo se deposita, se extrae, después de dar salida al agua, y se deseca.

El gluten disuelto se precipita, neutralizando el álcali por medio del ácido sulfúrico, se recoge, se lava, se deseca y se muele, utilizándolo para alimento del ganado.

Almidón de maíz.—Para obtenerlo, se pone el maíz á remojar en agua saturada de anhídrido sulfuroso, que obra como descolorante y destruye las substancias grasas del grano, y cuando éste está suficientemente blando, se reduce, en presencia del agua, á pulpa fina, y se tamiza, para separar el almidón, que se recoge, se blanquea y se deseca.

Puede también extraerse por el mismo procedimiento que el del arroz.

Almidón de patata ó fécula.—Para la extracción de la fécula se limpian los tubérculos por medio de *lavadoras mecánicas*, se raspan, ó *rallan con rallos mecánicos*, consistentes en cilindros armados de láminas dentadas á modo de sierras, se tamiza el producto obtenido, bajo un chorro de agua, se conduce el almidón á depósitos, en los que se precipita, se extrae el agua, se saca la fécula, se lava, se escurre y moldea. Los panes resultantes se desecan sobre yeso y, más tarde, en cámaras de aire caliente.

FABRICACIÓN DE ALCOHOLES

El alcohol ($C^2 H^6 O$).—Es un líquido incoloro, cáustico, cuya densidad es de 0,79, muy volátil, que hierve á 78° y se inflama produciendo una llama poco intensa.

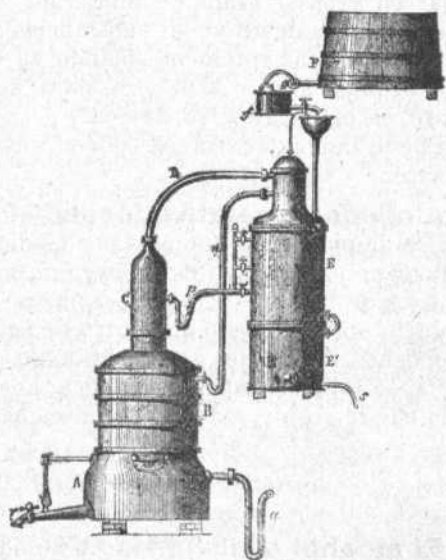
El alcohol puro ó *absoluto* sólo se obtiene por procedimientos químicos, y el *industrial* ó *comercial* nunca contiene más de 97 por 100 de este cuerpo. Las mezclas de alcohol y agua se conocen con el nombre de *aguardientes* si la cantidad de alcohol no pasa de 50 por 100 y con el de *espíritus* si excede de esta cifra.

Primeras materias.—Las materias que pueden utilizarse para la obtención del alcohol pueden clasificarse en tres grupos: 1.º líquidos que contienen el alcohol mezclado con el agua y otras substancias, como los vinos; 2.º las materias azucaradas que pueden experimentar la fermentación alcohólica, como la *dextrosa* y la *levulosa*; 3.º los principios hidrocarbonados que pueden trans-

formarse en *glucosas*, como el azúcar de caña, el almidón, la celulosa, sufriendo, después, la fermentación alcohólica.

Alcohol de vino—La mayor parte de los aguardientes y alcoholes obtenidos en nuestro país, proceden del vino ó del *orujo*, y su extracción descansa en la diferente temperatura á que hierve el agua respecto del alcohol. El procedimiento se reduce á volatilizar el alcohol, mediante el calor, y condensarlo, después, por enfriamiento.

Los aparatos de destilación más antiguos, *alambiques* ó *alquitaras*, empleados todavía en las pequeñas explotaciones, consisten en una caldera de cobre, *cucúrbita*, en la que se coloca el vino, que descansa sobre el hogar, de cuya porción superior (*capitel*) parte un tubo de desprendimiento, por el que pasan los vapores de alcohol, y que termina en un serpentín sumergido en un depósito de agua fría, á fin de que se condensen.



Alambique Egrot

Con las alquitaras sólo se obtienen aguardientes de 19 á 22 grados Cartier (con 50 á 58 por 100 de alcohol).

En las fábricas de alguna importancia, y en las grandes explotaciones agrícolas, los antiguos alambiques han sido reemplazados por los aparatos de *destilación continua*, como el de Egrot, Basset, Savalle, etc.

El aparato Egrot, de destilación continua, consta de una caldera A, que se calienta por medio del vapor, ó á fuego directo, una columna destilatoria B, con 6 *platos agotadores*, una colum-

na *rectificadora* C, sobre la que, en los modernos, hay capitel condensador y rectificador, un calienta-vinos E y un refrigerante E'.

La marcha de la operación es como sigue: cargada la caldera y el calienta-vinos, y cuando el líquido empieza á hervir, se regula la caída del vino del depósito F, de modo que llegue á la caldera, atravesando el calienta-vinos, en la proporción necesaria para regenerar el volumen primitivo en la misma. Los vapores de agua y alcohol que de ella se desprenden atraviesan la columna destilatoria, borbotando en los platos en que cae el vino, y volatilizan y arrastran, enriqueciéndose, parte de su alcohol; pasan á la columna rectificadora y al capitel condensador, del que retroceden, en parte, para concentrarse, y el resto asciende por el tubo D, atraviesa el calienta-vinos y el refrigerante y sale al estado líquido por el tubo S. El alcohol de escasa *graduación* vuelve por el tubo p á la columna rectificadora.

Alcohol de frutos.—Los frutos que contienen azúcares del grupo de las glucosas, como la manzana, la ciruela, el higo, cuando son de escaso valor, pueden destinarse á la fabricación del alcohol. Para ello se estrujan ó trituran, y el mosto que de ellos se obtiene se abandona á la fermentación alcohólica. El líquido resultante se trasiega y se destila.

Alcohol de cereales de patata y de raíces.—Los granos de las cereales y los tubérculos de la patata, que contienen gran cantidad de almidón, se destinan á la fabricación de alcoholes en los países del Norte, donde no es posible el cultivo de la vid.

La fabricación del alcohol de cereales comprende la *molienda*, el *empaste* ó *sacarificación*, que se consigue por procedimientos análogos á los expuestos al hablar de la fabricación de la cerveza, la *fermentación* alcohólica del mosto obtenido, para lo que se le adiciona *levadura de cerveza*, el *trasiego* y la *destilación*.

Para obtener el alcohol de patata se lava el tubérculo, se cuece, se estruja, se añaden á la pasta 4 partes de agua, y 2 ó 3 kilogramos de *malta* por 100 de patatas, para que se opere la *sacarificación*, se hace fermentar al líquido obtenido y se destila.

Por 100 kilogramos de patatas se obtienen 8 litros de alcohol absoluto.

Con las raíces de la remolacha y de la zanahoria puede también fabricarse el alcohol. Al efecto, se lavan, se raspan, se prensa la masa resultante, ó se separa el azúcar de las mismas por

difusión, y el líquido extraído se vierte en vasijas, adicionándole 1 por 100 de ácido sulfúrico para que la *sacarosa* se desdoble en *dextrosa* y *levulosa*, fermentescibles. Esto conseguido, se añaden 4 ó 5 kilogs. de *levadura de cerveza* por 100 hectólitros de líquido, para que se verifique la fermentación alcohólica, y se destila.

Alcohol de melazas.—Las melazas de caña y de remolacha, residuos de la fabricación del azúcar, pueden servir para obtener el alcohol. Al efecto, se diluyen en la cantidad de agua necesaria para que su densidad sea de 11° Beaumé, se añade al líquido ácido sulfúrico hasta que la reacción sea ligeramente ácida, se le adiciona la levadura, para que fermente, y se destila.

Las melazas se emplean también para alimento del ganado por la gran cantidad de azúcar y albúmina que contienen.

Rectificación de los alcoholes industriales.—Los alcoholes de patata, de cereales y de remolacha, contienen numerosos cuerpos que los impurifican, y que deben separarse para que sean aceptados por los consumidores. Este es el objeto de la *rectificación*. Las impurezas de los alcoholes industriales consisten en aldehidos y éteres, alcoholes superiores, como el propílico amílico y butílico, y el furfuro.

La *rectificación* está basada en las diferencias que existen entre el punto de ebullición del alcohol etílico y el de los mencionados cuerpos.

Entre los aparatos *rectificadores* merece recomendarse el de Savalle, cuyas partes principales son: la caldera, calentada por un serpentín de vapor, la columna rectificadora, análoga á la de los aparatos destilatorios, el condensador y el refrigerante.

Para llevar á cabo la rectificación se carga la caldera con el alcohol impuro, diluido á 40 ó 45° y neutralizado con el carbonato sódico, y se da entrada al vapor en el serpentín. Los vapores producidos en ella ascienden en la columna rectificadora determinando la ebullición del líquido que contienen sus platos, y, arrastrando los nuevamente formados, penetran en el condensador, enfriado por una corriente de agua, y se liquidan, retrocediendo hacia la caldera. Continuando la vaporización y la condensación, llega un momento en que los platos superiores están cargados de alcohol concentrado, aldehidos y éteres. Entonces se disminuye la corriente de agua en el condensador; los cuerpos más volátiles pasan al refrigerante y salen al exterior, y, más tarde, el alcohol, acompañado de cierta cantidad de aldehidos y éte-

res, que se recoge para destilarlo de nuevo. Poco tiempo después se separa el alcohol puro, que, condensado en el refrigerante, cae en la vasija de recepción. Las últimas porciones de alcohol etílico salen mezcladas con alcoholes superiores, y es necesario someterlas otra vez á la rectificación. Cuando se ha agotado el alcohol en la caldera se da salida á las vinazas.

En estos últimos años se han construido aparatos de *rectificación continua* y de *destilación y rectificación*, sistema Barbet, en los que se consiguen alcoholes puros de 96 á 97°, en una sola operación, combinando los destilatorios y los rectificadores.

CAPÍTULO XXIII

FABRICACIÓN DE ACEITES

Los aceites.—Son cuerpos grasos, líquidos á la temperatura ordinaria, que se descomponen antes de volatilizarse, insolubles en el agua, solubles en el éter y la bencina, de menor densidad que el agua y que dejan sobre el papel una mancha persistente.

Los aceites, productos de elaboración de ciertas especies vegetales, se acumulan, como materiales de *reserva*, en los frutos y semillas de las plantas llamadas *oleaginosas*, como el olivo, el lino, el cacahuete, el sésamo, la adormidera, etc., en cantidades tales, que hacen posible su extracción económica.

Los aceites se clasifican en *secantes* y *grasos*, según que fijen el oxígeno y se desequen ó no. Entre los *grasos* figura, como el más importante, el de *olivas* y entre los *secantes* el de *linaza*.

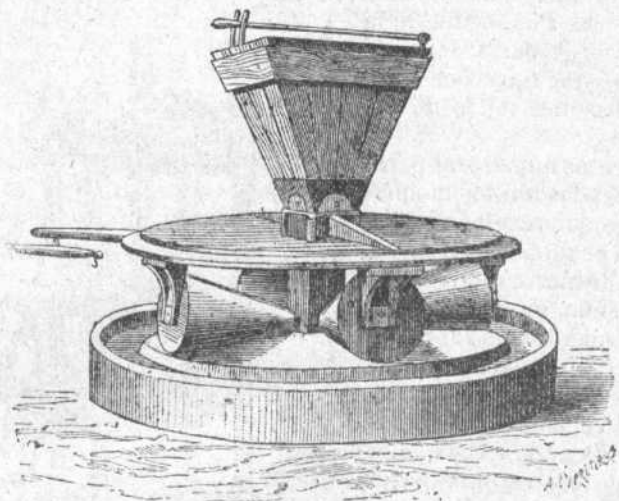
Aceite de olivas.—El aceite de olivas, el primero de todos los que el hombre utiliza para su alimento, y cuya importancia es tal, que en la Península se obtienen y consumen más de tres millones de hectólitros, es un compuesto de los cuerpos grasos denominados *trioleína* y *trimargarina*, en la proporción media de 72 por 28, con una pequeña cantidad de materia colorante y principios aromáticos. Cuando puro, es de un amarillo dorado, más ligero y menos fluido que el agua, de sabor agradable, que recuerda el de la aceituna; se solidifica á 4° y se oxida, *enranciándose*, al aire.

Elaboración del aceite de olivas.—La extracción del aceite de olivas comprende las operaciones siguientes: *recolección* del

fruto, *entrojado*, *molienda*, *presado* de la *pasta*, *clarificación* y *conservación*.

Recolección del fruto. --La aceituna debe recogerse cuando haya alcanzado la madurez completa, y, á ser posible, á mano, para evitar que se golpee y se inicien en el fruto fermentaciones que harían imposible la obtención de aceites superiores.

Entrojado. --Conducidas las aceitunas á la fábrica ó *molino*, con las precauciones necesarias para que no se estropeen, se en-



Molino de rulos

trojan ó almacenan en lugares secos, cubiertos, frescos y ventilados, disponiéndolas en capas de poca altura, aunque, si fuese factible, sería mejor molerlas desde luego.

Molienda. --Esta operación tiene por fin triturar las aceitunas, rompiendo las celdillas de la pulpa, en la que se halla almacenado el aceite, para facilitar su salida, reduciendo el fruto á una pasta fina y homogénea, y de la que, por presión, ha de obtenerse más tarde, el aceite.

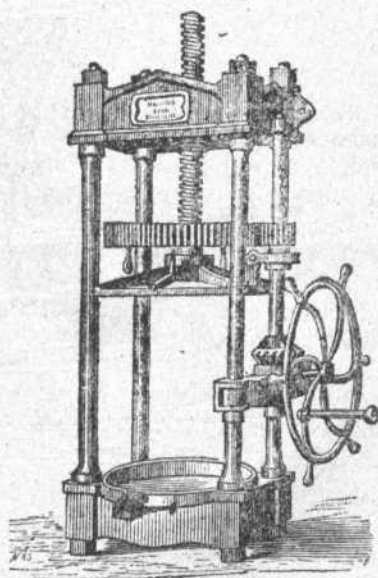
Al efecto, se utilizan los molinos, de los que el más antiguo

consiste en una plataforma ó solera de piedra, que se alza sobre el piso 50 ó 60 centímetros, y de 2 á 2,50 metros de diámetro, denominada *alfange*. En el centro existe un árbol vertical al que se halla unida una *muela volandera*, también de piedra, destinada á machacar la aceituna que se vierte sobre la solera, y que gira con el árbol. Este se mueve mediante una larga palanca á la que se atalaja una caballería. Entre los molinos modernos merece citarse el de Pfeiffer, de rulos cónico-trucados de hierro.

Prensado.—Molida la aceituna, se pone la pasta en cachos ó espuelas de esparto, que se colocan, unos sobre otros, formando una columna, llamada *cargo*, sobre la plataforma de una prensa. Por medio de la presión va la pasta soltando el aceite, que fluye por entre las mallas del tejido de los cachos.

Entre las numerosas prensas utilizadas en los molinos de aceite, son recomendables, para las pequeñas explotaciones, las de hierro de *columnas* ó de husillo, en sus diferentes sistemas, siendo preferibles las hidráulicas en los grandes molinos ó *almazaras*. Obtenido el aceite de primera presión, llamado *virgen*, todavía queda no poco en la pasta, y para extraerlo se deshace el *cargo*, se remueve aquélla, se vierte sobre ella agua hirviendo, que, dilatando las células de la pulpa, coagulando las materias albuminóideas y fluidificando el aceite, facilita su escurrimiento, y se somete á una segunda presión. El aceite que se obtiene de ésta, y que es de calidad inferior, no debe mezclarse con el primero.

A medida que el aceite va fluyendo de la prensa, se reúne en un depósito llamado *pocillo*, donde se deja reposar para que se aclare, quedando en el fondo el agua con las materias extrañas,



Prensa de columnas

que se precipitan, y flotando en ella, por su menor densidad, el aceite. Se extrae este, de tiempo en tiempo, y se conduce á los recipientes en que ha de verificarse la depuración.

Clarificación.—Como el aceite separado de los pocillos, cualesquiera que sean los sistemas de elaboración y las precauciones con que ésta se lleve á cabo, contiene no pocas impurezas, materias colorantes, substancias mucilaginosas y albuminoides, que le hacen desmerecer y le predisponen al enranciamiento, es preciso *clarificarlo*. La clarificación puede conseguirse por el reposo y el trasego, por la adición de agua hirviendo, que coagula y precipita los principios albuminóideos, agitando, para favorecer su acción, y trasegando luego, ó por medio de la filtración á través de algodón cardado y lavado con soluciones alcalinas ligeras. El vidrio molido, ó la sílice perfectamente lavada, acelera el depósito de las substancias extrañas.

La conservación.—Debe hacerse en tinajas vidriadas, ó zafras de hoja de lata, provistas de llaves colocadas á diferentes alturas para facilitar los trasegos, emplazadas de modo que su inspección y limpieza puedan verificarse con comodidad y herméticamente cerradas para impedir la penetración del aire y de los micro-organismos que alteran los líquidos orgánicos.

El *almacén ó bodega* en que el aceite haya de conservarse debe ser seco, bien ventilado, cuya temperatura no sea inferior á 6° ni superior á 25°, con el piso embaldosado, distante de todo foco de infección y esmeradamente limpio.

Aprovechamiento de los residuos.—Aunque las pastas del último prensado ú *orujos* pueden utilizarse para la obtención de un aceite inferior, tratándolas por disolventes de los cuerpos grasos, en nuestras *almazaras* se aprovechan como combustible, ó se dan como alimento á los cerdos.

Los *turbios ó aceitones* que quedan en el fondo de las vasijas se venden á los jaboneros.

CAPITULO XXIV

FABRICACIÓN DE AZÚCARES

Los azúcares.—Los azúcares son hidratos de carbono elaborados por las células verdes de las plantas, que se depositan en los frutos, tallos, raíces, etc., de sabor dulce, solubles en el agua, muy poco solubles ó insolubles en el alcohol y que fermentan directamente, ó después de desdoblarse bajo la acción de los ácidos.

Los más importantes, bajo el punto de vista industrial, son la *glucosa* ó azúcar de uva y la *sacarosa* ó azúcar de caña.

OBTENCIÓN DE LA GLUCOSA

La glucosa.—Es un azúcar de la fórmula $C^6 H^{12} O^6$, menos dulce y menos soluble en el agua que la sacarosa, algo soluble en el alcohol, que reduce el bióxido de cobre del tartrato cúprico potásico y fermenta en presencia de la *levadura de cerveza*. Se emplea para la preparación de jarabes y bebidas refrescantes, para substituir á la miel en la confitería, para corregir los mostos, para fabricar los vinos dulces, para obtener los alcoholes, etc., y su importancia es tal, que se fabrican anualmente en Europa más de 50 millones de kilogramos.

La glucosa puede extraerse de los frutos que la contienen, como la uva, ó prepararse por medio de la fécula.

Glucosa de uva.—Hoy que nuestros vinos se venden á precios bajos y las *pasas* han experimentado una gran depreciación, pudiera utilizarse la uva para obtener la glucosa.

Para extraer la glucosa de la uva se azufra el *mosto* para que se conserve y clarifique, se trata por la creta para precipitar el ácido tártrico, se hierva, se clarifica con sangre de buey se decanta y se concentra, por evaporación, á 34° Beaumé.

Para obtener la glucosa sólida se concentra el jarabe á 40°, se abandona á la cristalización, adicionando algunos cristales de azúcar para activarla, se decanta la parte líquida, se hace escurrir la masa resultante y se deseca sobre yeso y, luego, en cámaras de aire caliente (á la temperatura de 25°).

Glucosa industrial.--En el centro y norte de Europa, donde el cultivo de la vid es poco económico ó en absoluto imposible, se fabrica la glucosa con la fécula de patata, utilizando la propiedad que ésta posee de desdoblarse, en presencia de los ácidos, en dextrina, que pasa á maltosa y, por fin, á glucosa.

La fécula, diluida en el agua, se vierte en vasijas que contienen agua acidulada, con 2 por 100 de ácido sulfúrico, é hirviendo. Transformada en glucosa, se neutraliza el ácido con la cal ó la barita, se decanta el líquido, se filtra á través del carbón animal, se concentra y se procede como en el caso anterior.

OBTENCIÓN DEL AZÚCAR SACAROSA

Azúcar sacarosa.--La sacarosa ó *azúcar de caña*, es un hidrato de la fórmula $C_{12}H_{22}O_{11}$, más dulce que la glucosa, muy soluble en el agua, insoluble en el alcohol absoluto, que cristaliza en prismas romboidales oblicuos, que se desdobra, bajo la acción de los ácidos, en *dextrosa* y *levulosa* y que se combina con las bases formando sales llamadas *sacaratos*.

A las numerosas aplicaciones que tiene el azúcar, al enorme consumo que de ella se hace (8.000.000 de toneladas) y al precio á que se vende se debe que la industria azucarera sea una de las más importantes.

En 1900 la producción del azúcar de caña se elevó á 2.634.000 toneladas y la de remalacha á 5.370.000.

Los primeros países productores en Europa son: Alemania, que obtiene 1.790.000, Austria-Hungría, 1.120.000, Rusia, 900.000 y Francia, 805.000.

Los principales países consumidores son: Inglaterra, que, por habitante y por

año, consume 40 kilogramos, Dinamarca, 17, Francia, 15, Alemania, 14, Suiza, 13 Bélgica, 9 y Holanda, 8. España sólo consume 4.

El azúcar prismático se obtiene de la *caña* ó de la *remolacha*.

Azúcar de caña.—La elaboración del azúcar de caña comprende la *obtención* del jugo ó *guarapo*, la *defecación*, la *concentración* y la *cristalización*.

El guarapo se extrae sometiendo la caña, perfectamente limpia, á la presión en los *trapiches*, que constan de tres cilindros de fundición, dos inferiores y uno superior, ó bien á la acción de *desfibradores*, que la reducen á pequeñas porciones, y después á la de poderosas prensas hidráulicas, ó por *difusión*, reduciendo la caña á delgadas rodajas, de las que el agua caliente va disolviendo y separando el azúcar.

Obtenido el jugo, se procede á la *defecación*, que consiste en coagular y precipitar las materias albuminóideas, con otras sustancias extrañas que impurifican el azúcar y harían imposible su conservación.

Para efectuar la *defecación*, y luego la *evaporación* y *concentración*, se dispone una serie de calderas en comunicación, en número de cinco. Llegado el jugo á la primera caldera, se somete á la ebullición, por medio del vapor, que penetra en su doble fondo, adicionándole de dos á tres milésimas de cal. Acabada la *defecación*, y separadas las espumas, pasa el líquido á la segunda caldera, donde se evapora parte del agua, formándose nuevas espumas, que se eliminan; de ésta va á parar á la tercera, en la cual se termina la defecación con la cal, si el líquido se presenta bastante coloreado; de ésta se hace llegar á la cuarta, donde se convierte en jarabe, y, por fin, á la quinta, en que termina la concentración. Por enfriamiento y cristalización se obtiene, después, el azúcar bruto, que puede consumirse directamente ó *refinarse*.

En las grandes fábricas la concentración del jugo *defecado* se hace en el vacío, por medio del vapor, en tres calderas cerradas que comunican entre sí, formando los aparatos llamados de *triple efecto*, en las que se utiliza para la calefacción el vapor del mismo guarapo, que pasa de la primera á la segunda y de ésta á la tercera.

La cocción del jarabe se hace también en el vacío por medio del vapor.

Azúcar de remolacha.—El azúcar se obtiene también, desde principios del siglo último, de la remolacha, en cuya raíz se halla en la proporción de 11 á 15 por 100, y tal es el desarrollo alcanzado por esta industria, que ha llegado á competir ventajosamente con la producción del azúcar de caña.

La extracción del azúcar de remolacha comprende las operaciones siguientes: el *lavado* de las raíces, la *obtención del jugo*, la *defecación* del mismo, la *depuración*, la *evaporación y concentración*, la *filtración del jarabe*, la *cocción* y la *cristalización*.

El lavado de las raíces tiene por objeto eliminar las materias terrosas adheridas á las mismas, y se efectúa por medio de *lavadoras mecánicas*.

El jugo azucarado de la remolacha se obtiene por *difusión*, una vez reducida á láminas delgadas, por medio de un *corta-raíces*, que se tratan por el agua, en caliente; ésta reemplaza al azúcar, que sale por *osmose* á través de las membranas celulares.

Las *baterías de difusión* constan de 8 á 14 cilindros verticales de palastro, dispuestos en dos líneas paralelas ó en serie circular, unidos por tubos de comunicación envueltos por caloríferos de vapor que mantienen á los líquidos á la temperatura necesaria (70 á 75° en *marcha rápida*).

El agua penetra por la parte superior de cada cilindro, sale por la inferior y pasa al inmediato atravesando, de abajo arriba, el calorífero.

Apenas obtenido el jugo, se inician en él fermentaciones que le alteran y que es preciso evitar. Para esto se acude á la defecación, que se lleva á cabo por medio del hidrato de cal, en la proporción de 2 á 3 por 100, operando en caliente. Bajo su acción las sustancias albuminóideas, gomas, materias grasas y colorantes se precipitan, así como los ácidos orgánicos, que se combinan con la cal. El exceso de base da lugar á un *sacarato*, que se descompone inyectando en la caldera ácido carbónico, el cual se une á la cal, precipitándola bajo la forma de carbonato, que arrastra todas las impurezas.

La *depuración* del jugo se lleva hoy á cabo por *doble carbonatación*, y haciéndole pasar, en *filtros-prensas*, por sacos de algodón, suprimiendo el tratamiento por el *negro animal*.

El jugo depurado y filtrado contiene de 12 á 13 por 100 de azúcar, y es necesario concentrarlo, por evaporación, para convertirlo en *jarabe*, con 50 por 100. Esta operación se realiza en

aparatos de *triple efecto*, sistema Rileux, que consisten en tres recipientes de palastro de forma de botella, que comunican entre sí y se calientan por medio del vapor. Este circula en el interior de tubos verticales que ocupan la parte inferior de los mismos y que se hallan envueltos por el jugo. El primero recibe el vapor de un generador, y cada uno de los restantes el producido por la ebullición del líquido en el anterior. Esta se verifica á *baja presión*, y, al efecto, se hace un vacío parcial en los recipientes por medio de bombas.

El jarabe así preparado se depura por medio del anhídrido sulfuroso, se filtra de nuevo y se somete á la cocción y después á la cristalización, pasando, por fin, á las *turbinas* ó *centrífugas*, tambores de tela metálica, que giran, dentro de otro de palastro, con una velocidad de 1.000 á 1.200 vueltas por minuto, y en los que se separa la *melaza*, lanzada á través de sus mallas por la fuerza desarrollada en la rotación de aquéllos.

Refino de los azúcares.—Aunque el azúcar *bruto* puede desde luego destinarse al consumo, como se hace en no pequeña escala con el de caña, contiene aún numerosas materias extrañas que le comunican un color y un gusto poco agradables. Los ácidos orgánicos, las substancias albuminóideas, la melaza y el sacaro de cal que le acompañan, pueden, por otra parte, alterarle en presencia de la humedad, razones por las que se somete, con frecuencia, al *refino*.

Para refinar el azúcar se tamiza y se disuelve, en caliente, en la tercera parte de su peso de agua, se le adiciona 3 por 100 de *negro animal* fino, y 1 á 2 por 100 de sangre de buey, se hierve, se quita la espuma, se filtra á través del carbón de huesos, se cuece, se le deja cristalizar, se hace pasar á las *formas*, se separa el jarabe y se desecan los panes en estufas á la temperatura de 50 á 55°.

CAPÍTULO XXV

FABRICACIÓN DEL PAN

El pan.—Es el producto de la fermentación y coadura de la *masa*, pasta formada, por el *amasado*, con harina y agua, á las que se agrega cierta cantidad de sal.

Importancia del pan.—El pan es un alimento completo, que contiene las sustancias hidrocarbonadas, albuminóideas y grasas, con los fosfatos de cal, potasa y magnesia, necesarios á la constitución y funcionalismo del cuerpo humano, agradable, de fácil digestión y que constituye la base de la nutrición del hombre en los pueblos cultos.

La harina.—La harina es una sustancia pulverulenta, blanca, suave al tacto, de sabor dulce y olor agradable, que con el agua forma una pasta pegajosa y elástica, susceptible de experimentar la fermentación alcohólica, y que se obtiene de los cereales, principalmente del trigo, por la molienda.

Obtención de la harina.—La obtención de la harina comprende las operaciones siguientes: la *limpieza* del grano, la *trituración* ó *molienda* y el *cernido*.

Limpieza del grano.—Para separar del grano las materias ligeras con que se halla mezclado se emplean las *tararas* aspiradoras, que, mediante una fuerte corriente de aire, las elevan y expulsan, mientras aquél, más pesado, cae por la parte inferior.

Para limpiar el trigo de las piedras que le acompañan se utilizan las *deschinadoras*, entre las que figura la de Josse, reducida á una caja triangular, ligeramente inclinada, provista de varias piezas triangulares de madera, que, en su movimiento oscilatorio,

empujan las *chinas*, más densas que el grano, hacia la parte anterior, mientras éste descende por la posterior.

La separación de las semillas que están mezcladas con los cereales se lleva á cabo por medio de *triadoras* y *tria-arbejones*, provistas de cribas de alvéolos de formas y dimensiones diferentes, en número de tres, y dispuestas en el interior de cilindros rotatorios.

Para limpiar los granos del polvo se hace uso de brochas cilíndricas, que lo frotan contra una camisa de tela metálica que las envuelve, ayudadas de un aspirador.

Para la separación de las partículas de hierro, que, con frecuencia, contiene el trigo, se hace uso de tambores magnéticos giratorios, por los que resbalan los granos en su caída, mientras aquéllas son retenidas por un fuerte imán. (Estas máquinas funcionan satisfactoriamente en la fábrica «Ponton-Viena» de los Sres. Coste de esta capital).

La molienda.—Consiste en triturar y reducir á polvo el endosperma amiláceo del grano, por medio de *muelas* ó cilindros.

Las muelas ó *pedras* de *molino* son de cuarzo silex, de superficie picada, formando estrías radiales, dispuestas por pares, una sobre otra, y á una distancia menor que el diámetro del grano. La inferior (*durmiente*) es fija, y por su centro pasa un eje vertical de hierro que sostiene la superior (*volandera*), haciéndola girar, y que recibe su movimiento, por medio de engranajes ó volantes y correas sin fin, de motores hidráulicos, ó de máquinas de vapor.

Este sistema de molienda tiene los inconvenientes de que calienta mucho la harina, modificándose el gluten, se mezclan con ella partículas de cuarzo, es difícil montar las muelas de modo que queden horizontales, resultando desigual el trabajo que ejecutan, y por él no se obtiene más que de 70 á 75 por 100 de harina.

La molienda por cilindros (sistema Austro-Húngaro) se lleva á cabo haciendo pasar el grano por varios juegos ó pares de cilindros de acero ó de fundición *templada*, que lo reducen cada vez á fragmentos más pequeños y, por fin, á polvo muy fino.

Los cilindros son de dos clases: unos acanalados (trituradores) y otros lisos (convertidores).

De los cilindros trituradores, que suelen ser seis, el primer par, cuyo número de acanaladuras es de 300, hiende los granos

y separa los embriones, y los restantes, cuyas acanaladuras van aumentando hasta 700, los trituran.

Los pequeños fragmentos de los granos (sémolas), separados del salvado por el cernido, pasan á los convertidores, que los reducen á harina, ayudados por cernedores y máquinas aspiradoras que separan el salvado más fino. (La fábrica del «Pontó-Viena», trabaja con cinco pares de trituradores y seis de convertidores).

Cernido.—Es la operación por la cual se separa la harina del *salvado*, fragmentos de las cubiertas del grano que están mezclados con ella.

Al efecto se hace pasar por tamices ó *cedazos*, tambores ó cilindros huecos, divididos en varios compartimientos, revestidos de telas de seda ó metálicas de mallas de distinto diámetro, á través de las que va pasando la harina, quedando separada en varias clases, según su finura.

Composición de la harina.—La harina de trigo contiene: 12 á 15 por 100 de agua, 9 á 11 por 100 de gluten, que llega á 14 en los trigos *duros*, 1 á 1,5 de grasa, 1 á 1,5 de albúmina, 60 á 65 de almidón, 1 á 1,5 de sustancias minerales, en las que el ácido fosfórico representa la mitad de su peso, y cantidades pequeñas de dextrina y glucosa. Los trigos de Rusia, que aquí se importan para mezclar sus arinas con la de los trigos castellanos, contienen 22 por 100 de gluten.

Elaboración del pan.—La obtención del pan comprende las operaciones siguientes: La *hidratación* de la harina, el *amasado*, la *fermentación* y la *cocción*.

La hidratación de la harina.—Tiene por objeto incorporar á la harina el agua necesaria para las transformaciones que sus principios inmediatos deben experimentar, durante la fermentación y la cocción, para que sean digestibles, y forme una pasta que, en las operaciones ulteriores, se convierte en *masa* y en *pan*.

Esta operación se lleva á cabo en *artesas* de forma y naturaleza variables, siendo las antiguas de madera y trapezoidales, en las que se comienza por desleír la *levadura* (masa fermentada del día anterior) en agua templada, á la que se adiciona luego, poco á poco, la harina, mezclándola íntimamente con ésta hasta formar una pasta homogénea y algo consistente. La cantidad que debe emplearse es de 50 á 60 por 100 del peso de la harina, y la de levadura de 4 por 100. A ésta se agrega también 1 por 100 de sal.

El amasado.—Tiene por objeto hacer más íntima la mezcla del agua, de la levadura, de la sal, y de los principios de la harina, y dar á la pasta la homogeneidad, la consistencia y la elasticidad que distinguen á la buena *masa*. Esto se consigue mediante un trabajo mecánico especial, que consiste en comprimir, elevar, estirar y dejar caer con fuerza, é invertida, la masa sobre la artesa, sin que se desprenda de las manos mientras dura esta operación. Este trabajo, que sólo se ejecuta bien á brazo, requiere una gran habilidad. En las grandes panaderías se practica con *amasadoras* mecánicas, que remedan el amasado á brazo.

Son numerosas las amasadoras inventadas, y entre ellas merecen citarse la de *Rolland*, que consiste en una artesa semicilíndrica, que lleva un árbol horizontal armado de láminas curvas, unidas por sus extremos por un travesaño, en el que van implantadas otras más cortas que alternan con aquéllas, y la de *Didier*, que es rectangular y está provista de un cilindro con numerosos apéndices, que, en su movimiento á la vez de rotación y traslación, realizan el amasado, pasando entre otros iguales que existen en el fondo de la artesa.

Fermentación.—En la fabricación del pan es fenómeno esencialísimo la fermentación de la masa, por la que ésta se *levanta*, se hace esponjosa, ligera y digestible. Créese que es una fermentación *alcohólica*, que se realiza bajo la influencia de la levadura adicionada, dado que en ella se han reconocido diferentes *saccharomyces*, y que se produce con la incorporación de la *levadura* de *cerveza*.

Con ser numerosos los trabajos realizados respecto de la fermentación de la masa del pan, la ciencia no ha llegado todavía al descubrimiento de los fenómenos que la constituyen y de los agentes que la determinan. Malouin, á mediados del siglo XVIII, la llamada *fermentación espirituosa*; para Thénard, era espirituosa y ácida, á la vez; según Dupas, consistía en el desdoblamiento del azúcar de la harina en alcohol y ácido carbónico, debiéndose á éste el *levantamiento* de la masa. Engel ha reconocido en la levadura el *Saccharomyces minor*, que considera como el verdadero fermento del pan; Laurent la atribuye al *Bacillus panificans*; Lehmann al bacilo de Wolffin, *B. levans*; para Duclaux son varias las fermentaciones que se producen en la masa; Saillard cree que en estas fermentaciones intervienen los *saccharomyces* y las *bacterias*, que se encuentran en la levadura, desdoblando los primeros el azúcar en alcohol y en anhídrido carbónico y modificando las segun-

das el almidón y el gluten, y Boutroux opina que la fermentación del pan es *exclusivamente alcohólica*, siendo perjudicial la acción de las bacterias.

Cocción de la masa.—Tiene por fin suspender la fermentación, esterilizar la masa, desalojar de ella el exceso de agua que contiene, modificar el almidón y el gluten, haciéndolos más digestibles, y determinar la formación de una costra, *corteza*, que contribuye á la conservación del pan.

La cocción de la masa se lleva á cabo sometiéndola á la acción del calor en *hornos* de formas variadas, á temperaturas comprendidas entre 200° y 250°; para que aquélla se opere gradualmente. Cuando la temperatura del horno es muy elevada, la *corteza* se forma rápidamente y la *miga* queda sin cocer, resultando indigesta y con gran cantidad de agua.

Entre los diferentes sistemas de hornos, el más generalizado es el primitivo, de forma circular, de suelo de ladrillo ó de losas silíceas, de bóveda rebajada, con hogar interno, junto á la boca, por la que salen los productos de la combustión, de marcha intermitente que se caldea de modo desigual y resulta poco económico.

Los hornos modernos tienen hogar exterior, y las llamas y gases calientes se dirigen por bajo del suelo y por cima de la bóveda.

Son recomendables los de *mufla*, completamente envueltos por los gases procedentes de un hogar inferior, de suelo de palastro giratorio, calentados por tubos de hierro dispuestos por bajo del mismo, en los que circulan los gases de la combustión, que, más tarde, pasan por conductos abiertos en los costados y encima de la bóveda, que es de fundición.

100 partes de harina dan, por término medio, 125 de pan, y éste no debe tener más de 30 por 100 de agua, aunque es frecuente encontrarlo con 40 y aun 50. Esto constituye un verdadero fraude, que debiera castigarse por ser, además, el pan indigesto.

INDUSTRIAS ZOÓGENAS

CAPÍTULO XXVI

INDUSTRIA DE LA LECHE Y SUS DERIVADAS

La leche.—Es el líquido fisiológico elaborado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, opaco, blanco, ligeramente dulce, coagulable por los ácidos ó el jugo gástrico y que fermenta al aire y se *corta*.

Composición de la leche.—La leche de vaca se compone de 84 á 89 por 100 de agua, de 3 á 5 de manteca, de 4 á 5 de *lactosa*, de 3, 5 á 5, 5 de *caseína* en sus dos formas, soluble é insoluble, y diversas sales, entre las que predominan los fosfatos.

Según Duclaux, la composición media de la leche de vacas es la siguiente: materia grasa, 3,50, *lactosa*, 4,50 y *caseína*, 4. La de oveja contiene mayor cantidad de manteca y *caseína*.

Conservación de la leche.—La leche, como líquido de composición compleja, á propósito para el desarrollo de los *microorganismos* que desdoblán las materias animales, se altera pronto, sobre todo bajo la acción del *fermento láctico*, que la agría y la *corta*.

La fermentación láctica.—Pasteur descubrió, en 1859, el fermento láctico. Mas tarde, Lister y Hueppe, han descubierto numerosos bacilos

capaces de producir la fermentación láctica, entre los que figura como el primero el *B. acidi lactici*, de Hueppe, que se presenta en forma de cortos bastoncitos, estrangulados en su parte media, unidos en grupos de dos, rara vez de cuatro articulados en cadena.

La fermentación láctica consiste en el desdoblamiento de una molécula de lactosa en dos de ácido láctico, según la clásica ecuación



Como consecuencia de esta fermentación, se coagula y se precipita la caseína insoluble de la leche, cuando ésta contiene 5 por 1.000 de ácido láctico, á la temperatura ordinaria, ó 2 por 1.000, á la de la ebullición.

La leche puede conservarse, durante algún tiempo, á temperaturas inferiores á 0° ó superiores á 50°, que paralizan la acción de los fermentos lácticos, ó esterilizándola por el *procedimiento Pasteur*. Como agentes *paralizadores* de la acción de las diastasas *coagulantes* segregadas por los fermentos lácticos se recomiendan: el formol, el ácido benzóico y el salicílico.

Con 50 miligramos de formol ó 125 de formalina, por litro de leche, se conserva inalterable durante ocho días.

Obtención de la manteca.—La manteca, que bajo la forma de glóbulos se halla en suspensión en la leche, puede separarse de ella por procedimientos mecánicos sencillos.

La obtención de la manteca, se lleva á cabo por las operaciones siguientes: el *descremado* de la leche, el *batido* de la *crema* el *lavado* y *amasado* y el *prensado*.

El descremado.—Consiste en dejar la leche en vasijas anchas y de poco fondo, en locales cuya temperatura no exceda de 15°, hasta que se forme en la superficie una capa blanca y espesa, la *crema*, que aprisiona los glóbulos de manteca, y que luego se separa.

El descremado se lleva á cabo rápidamente por *refrigeración*, manteniendo la leche á la temperatura de 2° por medio del hielo. Por este procedimiento se obtiene mayor cantidad de crema y más pura.

En las grandes explotaciones se lleva á cabo esta operación con las *descremadoras* centrifugas, que separan en capas paralelas á su eje de rotación, por orden de densidades, los diferentes



cuerpos que contiene la leche. Entre ellas figura, como una de las mejores, la de Laval.

El batido de la crema.—Tiene por objeto separar los glóbulos de manteca de las substancias que los acompañan, y aglomerarlos en masas más ó menos voluminosas.

El batido de la crema y la separación de la manteca se llevan á cabo por medio de máquinas sencillísimas llamadas mantequeras.

Una de las más usadas es la *mantequera normanda*, que consiste en un barril atravesado, en el sentido de su longitud, por un eje armado de paletas, sostenido por sus extremos sobre dos pies de madera. Un manubrio, unido á él lo pone en movimiento. Introducida en ella la crema, se hace girar el eje, cuyas paletas, golpeándola repetidas veces, lanzan los glóbulos de manteca unos sobre otros, reuniéndolos en bolitas, primero, y, luego, en gruesas masas, á la vez que eliminan las materias extrañas. Operado el batido, se vierte agua, en pequeñas dosis, en la mantequera, dándole salida, de tiempo en tiempo, repitiendo la operación hasta que aparece clara.

El descremado de la leche y el batido de la crema se realizan, á la vez, con el extractor Johanson y la mantequera continua Laval, pero estas máquinas son caras y de difícil manejo.

Lavado y amasado.—Extraída la manteca, se amasa y se comprime bajo un chorro de agua, para purgarla del suero y substancias extrañas que aún contiene.

La separación del agua se completa mediante el prensado, por el que, además, se moldea la manteca, haciéndola adquirir la forma en que se expende.

Como los consumidores prefieren, con frecuencia, la manteca ligeramente amarilla, no pocas veces es preciso colorarla artificialmente, y para ello se recomienda el jugo de zanahoria ó una solución de azafrán.

Conservación de la manteca.—La manteca expuesta al aire y al calor no tarda en *enranciar*se, adquiriendo un olor y un gusto desagradables. Para conservarla fresca durante algunos días, se mantiene sumergida en agua fría, que debe hervirse de antemano, y á la que puede adicionarse una pequeña cantidad de cal.

El procedimiento por el que ordinariamente se conserva la manteca es la *salazón*, empleando en ella de 40 á 45 gramos de

sal por kilo; pero el mejor es el de fundirla, á una temperatura elevada, para depurarla, expulsar el aire y esterilizarla, y ponerla en cajas ó tarros que se cerrarán herméticamente, á la temperatura de 80°.

Oleo-margarina.—La *oleomargarina* (manteca artificial) es una mezcla de *trioleína* y *trimargarina*, con una pequeña cantidad de manteca de leche, ligeramente coloreada.

La oleo-margarina se obtiene del sebo, para lo cual se comprime entre cilindros dentados, que desgarran las membranas de las células que encierran la materia grasa, y se funde, á 45°, por medio del vapor, con 30 por 100 de agua, 1 por 1.000 de carbonato potásico y una pequeña cantidad de pepsina, procedente de un estómago de cerdo. La grasa, que sobrenada, se extrae y se depura, fundiéndola con 2 por 100 de sal, y se prensa. La oleo-margarina separada se mezcla con la mitad de su peso de leche, se bate, se lava y se colora ligeramente en amarillo.

La oleo-margarina se emplea, con frecuencia, para adulterar la manteca de vaca.

Fabricación de quesos.—El queso es el producto de la coagulación y precipitación de los principios sólidos de la leche, y contiene la casi totalidad de sus materias alimenticias.

Como la leche se altera pronto, como la sola obtención de la manteca no sería económica y como su poder alimenticio depende de los principios inmediatos que contiene, pueden éstos utilizarse, allí donde no es posible vender toda la que se produce, mediante la fabricación de quesos.

Los quesos pueden clasificarse en *frescos*, salados ó no, fabricados con leche sola, como el de *Burgos*, *Villalón*, de *Neufchatel*, etc., ó con adición de crema, como el de *Brie*, y *secos*, obtenidos de la leche pura, ó decremada, total ó parcialmente, que pueden ser *crudos*, como el queso *manchego*, el *Roncal*, *Cabrales*, (*Asturias*), *Cabrero* (*Lugo*), *Holanda*, *Rochefer*, *Chester*, etc., y *cocidos*, como el *Gruyere*.

El queso *fresco* contiene de 50 á 60 por 100 de agua y es poco nutritivo y el seco de 25 á 30, y, relativamente, gran suma de principios alimenticios.

Cualquiera que sea el queso que se trate de obtener, el procedimiento de fabricación, salvo ligeras modificaciones, es el mismo, y está basado en la coagulación de la caseína, que arrastra y precipita la manteca de la leche.

Las operaciones que comprende la fabricación del queso son: la *coagulación del cáseo* y la *eliminación del suero*, y para los secos, además, la *salazón* y *conservación*.

Obtención de la cuajada.—La leche, ligeramente calentada se coagula con la adición de *cuajo*, líquido obtenido por la maceración en el agua del *cuarto estómago*, el *cuajar*, de los rumiantes, en el período de la lactancia. El principio activo del cuajo es una diastasa, que puede separarse por precipitación con el subacetato de plomo, cuya actividad es tal, que, según Duclaux, puede coagular 250.000 partes de caseína por una, en peso.

Para preparar el cuajo se limpia interiormente el estómago del ternero, se infla, se ata y se deja secar al aire durante tres ó cuatro meses. Al cabo de este tiempo, se toman 100 gramos, en pequeños fragmentos, y se ponen á macerar en el agua, por espacio de cinco días, á la que se adicionan 50 gramos de sal y 40 de ácido bórico, añadiendo, al fin de los mismos, otros 50 gramos de cloruro sódico.

Un litro de esta preparación puede coagular á 35° 18.000 litros de leche.

Eliminación del suero.—Precipitados los principios inmediatos de la leche, ó formada la *cuajada*, se extrae de la caldera, se divide ó desmenuza para que suelte el suero, se coloca en *moldes de esterilla, mimbrés ó madera de abeto* y se comprime para que la separación de aquél sea más completa.

Prensado.—Los quesos secos, que han de conservarse largo tiempo, se someten á una presión graduada en pequeñas prensas, á fin de desalojar de su masa la mayor parte del agua que contienen y que se opondría á su conservación.

Salazón.—Aun después de prensados, los quesos contienen bastante agua para que en ellos se desarrollen numerosos fermentos que los alterarían profundamente.

Para evitar ésto se acude á la *salazón*, basada en las propiedades *antisépticas* del cloruro de sodio, que se efectúa frotando los quesos, por toda su superficie, con sal fina, una vez por día y durante ocho ó diez.

Conservación.—Los quesos se conservan en *cuevas ó sótanos*, que deben ser secos, frescos y bien aireados, en los que se colocan sobre tablas ó *vasares*; se les vuelve, de tiempo en tiempo, frotándolos con un lienzo seco, y se les da una ligera capa de manteca para que no se agrieten.

CAPÍTULO XXVII

INDUSTRIA DE LA LANA Y DE LA SEDA

La lana.—La lana es el pelo, fino y ondulado, que cubre la piel de los animales pertenecientes á la especie *Ovis aries doméstica*. Las hebras que constituyen la lana se reúnen, en mechadas llamadas *vedijas*, cuyo conjunto forma el *vellón*.

Las lanas pueden ser *blancas, pardas y negras*, y se clasifican en *cortas* ó de *carda* y *largas* ó de *peine*, y también en *superfinas, finas y bastas*.

El *vellón*, tal como se obtiene por el *esquileo* (*lana sucia*), encierra gran cantidad de materias extrañas, grasas particulares y *suarda* ó *jubre* (líquido espeso segregado por las glándulas sudoríparas, compuesto de *suinato potásico, colessterina, cloruro y sulfato de potasio* y otras substancias), y es necesario lavar la lana, cualquiera sea el objeto á que se destine.

Lavado de la lana.—El lavado de la lana tiene por fin despojarla de las substancias extrañas retenidas por las *vedijas* y de una parte de las grasas y *suarda*, y suele hacerse en agua clara y corriente. Pero cuando ha de emplearse en la fabricación de tejidos, se practica el *desengrasado*. Para ello se introduce la lana en cubas de agua caliente, donde se la deja en reposo durante 24 horas. La parte soluble de la *jubre* queda en el agua, obrando como un jabón. En ésta, calentada á 70 ó 75°, se lava la lana durante algunos minutos, y después en agua clara. Lavada la lana, se prensa y seca sobre *zarzos* á la sombra.

Para el desengrasado completo se lava la lana en una disolución de jabón blando, carbonato sódico ó cloruro amónico.

Blanqueo de la lana.—La lana blanca destinada á la fabricación de tejidos que no han de teñirse se somete al *blanqueo* que consiste en la destrucción de las substancias que la coloran. Al efecto, y extendida sobre zarzos, en habitaciones cerradas, se la deja expuesta durante 12 horas á la acción del anhídrido sulfuroso. Pasado este tiempo, y una vez desalojado este gas, se extrae la lana, se lava y se deseca.

De igual modo se blanquean los tejidos, previamente *desengrasados*.

Tejidos de lana.—La fabricación de esta clase de tejidos requiere las siguientes operaciones: el *batido*, que tiene por objeto separar las impurezas de la lana, el *cardado*, para facilitar el que se engrasa la lana con aceite ó ácido oléico, el *empalmado*, el *estirado*, el *desengrasado* y la *torsión*.

La *hilatura* de la lana se practica del mismo modo que la del algodón, con la diferencia de que es necesario torcer un poco las *mechas* para que puedan estirarse sin romperlas.

Los tejidos fabricados con la lana son análogos á los de algodón, excepción hecha del paño. Este es un tejido de una *urdimbre* y una *trama*, de cuyos hilos se hace salir el pelo, que los oculta, por medio del *batanado*, que, al mismo tiempo, lo desengrasa, mediante la arcilla esméctica ó soluciones alcalinas. El *peinado*, con cilindros de púas, el *tundido*, por el que se corta el pelo, el *deslustre*, el *cepillado* y el *prensado* acaban de dar al paño el aspecto, la consistencia y demás cualidades que lo distinguen.

Tinte de los tejidos.—El tinte es la operación por la que se coloran los tejidos, fijando sobre las fibras las diversas materias tintóreas al estado insoluble y de modo que el color sea *permanente*, no desapareciendo por el lavado aun con disoluciones alcalinas y ácidas débiles. La *tintorería* es la industria en cuestión.

El tinte de los tejidos de lana (y lo mismo el de la seda) está basado en la propiedad que tienen las fibras animales de *fijar* las materias colorantes, ya directamente, ya con el concurso de cuerpos *intermediarios* denominados *mordientes*.

Las substancias que más se emplean para teñir la lana son: el azul de Prusia, que se consigue empapando la lana en una disolución de sesquióxido de hierro y sumergiéndola enseguida en otra de ferrocianuro de potasio; el amarillo, que se obtiene hirviendo la lana en una disolución de alumbre y bitartrato de potasio y luego en otra de *gualda*; el rojo, que se produce con la *rubia* ó la

alizarina, empleando como mordiente la alúmina; el violeta, con la misma y el hidrato de sesquióxido de hierro.

Los colores derivados de la *anilina* se fijan directamente.

El ácido pícrico, asociado al alumbre y al bitartrato potásico, tiñe la lana y la seda de un amarillo dorado muy brillante y *sólido*.

INDUSTRIA DE LA SEDA

La seda es una fibra animal elaborada por las orugas del género *Bombyx*, con la que el insecto se construye un capullo que le protege en su transformación de *crisálida* en *mariposa*, y que ésta rompe para salir de él.

El aprovechamiento de la seda exige las operaciones siguientes: el *ahogamiento* del capullo, la *cocción* del mismo, el *devanado*, la *torsión*, el *desengomado* y el *blanqueo*.

Ahogamiento.—Transformada la *crisálida* en *mariposa*, ésta cortaría la seda al salir del capullo, no siendo posible su aprovechamiento. Para evitarlo se mata la crisálida antes que experimente su última metamorfosis, y, al efecto, se zambulle el capullo en agua hirviendo, previamente colocado en cestos, ó se expone durante algunos minutos á la acción del vapor acuoso, á la temperatura de la ebullición.

Cocido y devanado.—La operación impropriamente llamada *cocido* del capullo y que consiste en sumergirlo en agua caliente (de 70 á 80°), tiene por objeto ablandar la materia gelatinosa que mantiene pegados los hilos de seda, para que puedan separarse. Esto conseguido, y hallados los cabos de las fibras ó hilitos del capullo, se reúnen varios de ellos para dar lugar á la *hebra* y se devanan formando una *madeja*. La seda así obtenida se llama *bruta* ó *cruda*.

Torsión.—La hebra de seda cruda es muy delgada para que pueda servir para la fabricación de tejidos, ó para coser, y es necesario reunir varios hilos en uno por medio de la *torsión*. A ésta sigue el *doblado*, que consiste en unir dos ó mas de estos hilos dobles, torciéndolos nuevamente, pero en sentido opuesto.

Desengomado.—La seda así preparada conserva parte de la substancia gelatinífera del capullo, que favorece la unión de los hilos en el retorcido, pero que comunica á la seda una rigidez

que la hace impropia para la fabricación de tejidos. Para despojarla de esta substancia, y dotarla de la suavidad y brillantez que la distinguen, se cuece en agua de jabón. Una vez limpia la seda, se extrae, se lava y seca. En tal estado se la conoce con el nombre de seda *cocida*.

Blanqueo.—El blanqueo de la seda se lleva á cabo por procedimientos análogos á los del blanqueo de la lana.

Seda artificial.—Desde 1887 se viene preparando, por procedimientos químico-industriales, una fibra que, por su aspecto, por su suavidad y por su brillo, se confunde con la seda, llamada, por eso, *seda artificial*.

Primeras materias.—La base de la fabricación de la seda artificial es la celulosa soluble, en estado gelatinoso, que, consolidándose al aire, se convierte en seda.

Como medios disolventes se emplean el alcohol y el éter ó la solución amoniacal de óxido de cobre.

Fabricación de la seda.—En la preparación de la seda artificial se comienza por transformar la celulosa en *nitro-celulosa*, para lo cual se trata el algodón por una mezcla de ácido nítrico y sulfúrico, en la proporción de 15 por 85. Cuando la fibra toma un color azul claro uniforme, se separa de los ácidos, se prensa, se lava repetidas veces y se vuelve á prensar. La nitro-celulosa lavada y prensada se disuelve en una mezcla, por partes iguales, de alcohol de 95 grados y éter.

El *colodión* obtenido se filtra, empleando para ello *filtros prensas*, á una presión de 50 á 60 atmósferas, y se hace pasar por tubos de *vidrio* capilares llamados *gusanos*, mediante una presión de 40 ó 50 atmósferas, y el hilo que se produce se solidifica, haciéndole penetrar en agua fría.

La seda así producida no puede utilizarse sin *desnitificarla*, porque la nitrocelulosa es una substancia explosiva, y, al efecto, se trata por una disolución de oxocloruro de cobre.

Para la obtención de la seda artificial se emplea también la celulosa disuelta en una solución amoniacal de óxido cúprico, que, después de filtrada, se hace pasar por los *gusanos*.

CAPÍTULO XXVIII

CURTIDO DE LAS PIELES.—FABRICACIÓN

DE LA COLA

Curtidos.—Las pieles, ricas en sustancias orgánicas de composición compleja, albuminóideas ó *colágenas*, se alteran prontamente en presencia de la humedad, y si bien pueden conservarse por la sola desecación, ésta las endurece y las hace perder la elasticidad exigida en la fabricación de las variadas manufacturas á que se destinan.

La serie de manipulaciones á que se someten las pieles para comunicarlas la solidez, la flexibilidad y resistencia á la putrefacción que distinguen al *cuero*, constituyen el *curtido*.

Operaciones del curtido.—Las principales operaciones que éste comprende son: el *lavado* y *limpieza* de la piel, el *apelambrado*, el *curtido propiamente dicho* y el *surrado*.

Lavado y limpieza.—Las pieles frescas se mantienen en agua corriente uno ó dos días, agitándolas repetidas veces, para eliminar la sangre y otra porción de impurezas, pero las pieles secas deben macerarse durante ocho ó diez días en agua, á la que se adiciona un poco de cal; después se las lava y estira con frecuencia hasta que queden limpias, esponjosas y flexibles. Conseguido ésto, se las extiende sobre el *caballete* y se las raspa, por el lado de la carne, con una cuchilla, con el objeto de separar la grasa, el tejido celular, los vasos sanguíneos, etc.

Apelambrado.—Llámase así la operación por la que se arranca ó desprende el pelo que cubre la piel. El *apelambrado* exige la destrucción previa de la epidermis, á la que se halla fuertemente adherido el pelo. Esto se consigue manteniendo sumergidas las pieles durante tres ó cuatro semanas en una lechada de cal, ó cubriéndolas con una capa de sulfato de arsénico y cal apagada, cuando se trata de pieles finas. Así preparadas las pieles, se llevan al *caballete*, donde, pasando repetidas veces por su superficie, y al *contrapelo*, una cuchilla sin filo, se desprende la epidermis, y con ella el pelo sale de raíz.

Curtido.—Consiste el curtido en incorporar á la piel substancias que, interponiéndose entre las fibras del dermis, impiden que adquiera la dureza y la rigidez inherentes á la desecación, y que se altere ó descomponga. Estas substancias, llamadas *curtientes*, son, entre otras, la corteza de encina y el *sumaque*.

El curtido se efectúa tratando, primero, la piel por el agua, acidulada mediante la fermentación del salvado, para que se hinche, y, después, manteniéndola durante varios meses en contacto, por uno y otro lado, con una capa de materia curtiente.

Para acelerar el curtido se sumergen las pieles, por espacio de varios días, en extractos acuosos de substancias curtientes cada vez más concentrados.

Zurrado.—Para comunicar á la piel curtida la textura, la solidez y el aspecto propios del *cuero*, se golpea, ó *abatana*, con mazos de madera, ó martillos de básculas movidos por el agua ó el vapor.

Las pieles finas se raspan por el lado de la carne con una cuchilla convexa y muy afilada, para adelgazarlas (*rebajarlas*), y se bruñen por el lado del pelo con un instrumento de madera dura, convexo por su cara inferior y surcado por numerosas acañaduras (*pulidora*).

Curtido al alumbre.—Preparadas las pieles como de ordinario, se empapan por el lado de la carne, en una disolución de alumbre y sal, cuyo punto de ebullición sea de 110°. Se desecan, se estiran y soban, para quitarles las arrugas.

Curtido al cromo.—Este procedimiento, puesto en práctica en Cataluña, por el que se obtienen cueros de gran resistencia, consiste en sumergir las pieles en una disolución de cloruro de sodio y oxiclорuro de cromo.

FABRICACIÓN DE LA COLA

Cola fuerte.—Es una substancia sólida, quebradiza, translúcida, más ó menos coloreada, según su pureza, de un olor desagradable, que se hincha en presencia del agua, que se disuelve por la ebullición en este líquido y que está dotada de una fuerza de adherencia enorme, razón por la que se utiliza en la *carpintería*, la *ebanistería*, etc.

Primeras materias.—Todos los tejidos y órganos animales que contienen materias nitrogenadas capaces de transformarse por la cocción en productos solubles, ó que encierran substancias *colágenas*, pueden utilizarse en la fabricación de la *cola*. Las recortaduras de las pieles, los despojos de las *tenerías*, los tendones, los cartilagos, los huesos, las pezuñas, etc., son las materias *primas* de esta industria.

Cola de piel.—Las pieles que no sirven para el curtido, los guantes viejos, los tendones, etc., empleados en la preparación de la *cola*, se tratan por una lechada de cal, para impedir su putrefacción, se lavan y se desecan.

Para obtener la *cola* se cuecen estas materias, bien á fuego directo, bien por medio del vapor, hasta que toda la substancia colágena se disuelva; se separan las espumas, de tiempo en tiempo, se concentra el líquido y, cuando vertido en agua fría se cuaja en jalea, se decanta, se clarifica y se deseca.

Cola de huesos.—Para prepararla se eligen los huesos tiernos y porosos, que se someten á la cocción para desengrasarlos. Privados de la grasa, se tratan por el ácido clorhídrico á 6° Beaumé en vasijas de madera forradas de plomo, donde permanecen ocho ó diez días. Cuando los huesos se han reblandecido, se cuecen, se precipitan los fosfatos con una lechada de cal y el líquido gelatinoso se decanta, se concentra y se moldea. Obtenida, se deseca la *cola*.

ÍNDICE

Página

LA TÉCNICA ANIMAL

Capítulo I.—Nociones preliminares.	5
--	---

LA ZOOTECNIA GENERAL

Capítulo II.—La alimentación de los animales.—Las bebidas.—Condimentos.	8
Capítulo III.—Higiene de las habitaciones de los animales.—Higiene de la piel.	13
Capítulo IV.—Exterior de los animales.—El tronco.—Las extremidades.—Condiciones mecánicas de los motores animales.	16
Capítulo V.—Utilización y mejora de los animales.	21
Capítulo VI.—La herencia y sus formas.	25
Capítulo VII.—Los métodos zootécnicos de reproducción.	28
Práctica de la reproducción.	34

LA ZOOTECNIA ESPECIAL

Capítulo VIII.—Explotación del ganado caballar.	38
Capítulo IX.—El ganado vacuno.	44

	Página
Capítulo X.—El ganado de cerda, lanar y cabrío.	48
Capítulo XI.—Aves é insectos útiles.—Explotación de las aves domésticas. —Industria del gusano de la seda.—Explotación de la abeja.	56

LA TÉCNICA INDUSTRIAL

Capítulo XII.—Preliminares.—La metalurgia.	63
La siderurgia.—Obtención del hierro por soldaje.—Obtención de hierro por fusión.—El acero y su fabricación.—La metalurgia del cobre.—Metalurgia del plomo.—Metalurgia de la plata.—Metalurgia del oro.—El aluminio y su obtención.—Metalurgia del mercurio.—Metalurgia del zinc.—Metalurgia del platino.—Metalurgia del estaño.—Metalurgia del níquel.	67
Capítulo XIII.—Sales sódicas y potásicas.—El cloruro de sodio.—El sulfato sódico.—El carbonato sódico y su fabricación.—El cloruro de potasio y su preparación.—El sulfato potásico y su fabricación.—El carbonato potásico y su obtención.	102
El cloro.—El ácido clorhídrico y su fabricación.	114
Capítulo XIV.—El azufre y sus derivados.—El anhídrido sulfuroso y su preparación.—El ácido sulfúrico y su fabricación.	118
Capítulo XV.—El nitrógeno y sus compuestos industriales (amoníaco, sales amónicas, nitratos, ácido nítrico).	125
Capítulo XVI.—El fósforo y las cerillas fosfóricas.—Explosivos.	129
Capítulo XVII.—Industria cerámica.—El vidrio.	134
Capítulo XVIII.—Jabones y bujías. (Su fabricación).	139

INDUSTRIAS FITÓGENAS

Capítulo XIX.—Preparación y aplicaciones de las fibras textiles. (Fabricación de tejidos.—Fabricación del papel).	146
Capítulo XX.—Industrias agrícolas.—Fabricación del vino.	154
Capítulo XXI.—Fabricación de la sidra.—Fabricación del vinagre.—Fabricación de la cerveza.	160
Capítulo XXII.—Obtención del almidón.—Fabricación de alcoholes.	167
Capítulo XXIII.—Fabricación de aceites.	174

	Página
Capítulo XXIV.—Fabricación de azúcares.	178
Capítulo XXV.—Fabricación del pan.	183

INDUSTRIAS ZOÓGENAS

Capítulo XXVI.—Industria de la leche y sus derivadas.	188
Capítulo XXVII.—Industria de la lana y de la seda.	193
Capítulo XXVIII.—Curtido de las pieles.—Fabricación de la cola.	197



©

229

215

15

15

15

15

15

15

15

15

15

15

15

15