

T
664.725
POV

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
INSTITUTO DE TECNOLOGÍAS
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN ALIMENTOS**

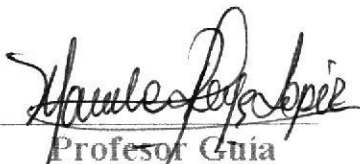
INFORME DE PRACTICAS PROFESIONALES
Previo a la obtención del Título de Tecnólogo en Alimentos

Realizado en:

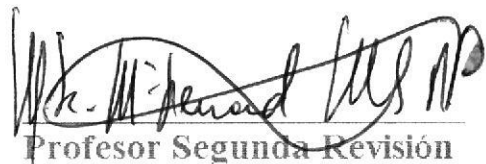
Industrias Andinas S.A.

Autor:

Carlos Luis Poveda Loor



Profesor Guía
MBA. Mariela Reyes



Profesor Segunda Revisión
MSc. Maria Fernanda Morales

Año Lectivo
2002 – 2003

GUAYAQUIL – ECUADOR

Guayaquil, 22 de Noviembre del 2002

Master
Claudia Icaza
Coordinadora (e) del Programa de Tecnología en Alimentos

De mis consideraciones:

Por medio de la presente me dirijo a usted para poner en consideración el informe correspondiente a las Prácticas Profesionales, realizadas en la empresa Industrias Andinas S.A. Durante el periodo comprendido entre el 3 de Diciembre del 2001 al 13 de Abril del 2002.

Además, adjunto el certificado emitido por el Departamento de Recursos Humanos de la empresa y mi hoja de calificaciones.

De antemano le agradezco por la atención brindada.

Atentamente,



Carlos Luis Poveda Llor

INDUSTRIAS ANDINAS S.A.

MOLINO DE AVENA

Km. 12.5 Vía Daule

Teléfono: 250 105 Celular:09772260

Fax : 255 630

Casilla : 09 06 2360

Guayaquil - Ecuador

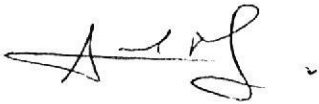
Guayaquil, 11 de Septiembre del 2002

A QUIEN INTERESE

Certificamos que el **Sr. CARLOS LUIS POVEDA LOOR**, estudiante del Programa de Tecnología de Alimentos, con C.I. 09-1729269-0, realizó sus Prácticas Profesionales en el área de Producción, a partir del 3 de Diciembre del 2001 al 13 de Abril del 2002; demostrando profesionalismo y responsabilidad en las tareas que se le fueron encomendadas.

Esta certificación se extiende a solicitud expresa del interesado para que haga uso del mismo según sea necesario.

Atentamente,



Tcigo. Manuel Padilla
Jefe de Planta



INSTITUTO DE TECNOLOGÍAS



PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN ALIMENTOS

EVALUACION DEL PRACTICANTE

NOMBRE DEL PRACTICANTE: Carlos Coveda

DENOMINACION DEL CARGO: Asistente de Producción

FECHA: 13/09/2002

A.- Asigne una calificación entre 1 al 10 en cada uno de los siguientes aspectos. Si alguno no es aplicable, por favor no lo califique.

1.- Interés en el trabajo	-----	10
2.- Conocimientos	-----	9
3.- Organización	-----	9
4.- Habilidad para aprender	-----	10
5.- Creatividad	-----	9
6.- Puntualidad	-----	10
7.- Cumplimiento de las normas de seguridad	-----	10
8.- Cantidad de trabajo (rendimiento)	-----	9
9.- Relaciones con el personal	-----	9
10.- Habilidad para comunicarse	-----	9
11.- Responsabilidad	-----	10
12.- Trabaja bajo presión	-----	9

B.- MARQUE CON UNA CRUZ

1.- Durante el desarrollo de la práctica el estudiante acogió favorablemente críticas y sugerencias.

Siempre A menudo Rara Vez ----- Nunca -----

2.- De los 30 días hábiles inasistió al trabajo?

0 - 10% ----- ----- Más del 10% -----

3.- La jornada de trabajo semanal fue de:

5 días ----- 6 días -----

4.- El promedio de horas trabajadas por día fue:

Menos de 6 horas ----- 6 - 8 horas -----

C.- COMENTARIOS ADICIONALES:

En la parte administrativa de la carrera introducir más a los estudiantes en el manejo de inventarios y costos

D.- LLENADA POR: Carlos Manuel Padilla Nieto **INDINAS**

CARGO: Jefe de Planta FIRMA Y SELLO:

NOMBRE DE LA EMPRESA: Industrias Andinas S.A. TELF: 2254014

Firma Autorizada

Indice

Contenido	Páginas
Resumen	1
Introducción	2
Detalles de labores realizadas	3
Aspectos generales de la empresa	4-5
Organigrama	6
Diagrama de flujo	7
Puntos de control	8-9
Generalidades	10-12
Detalle de proceso	13-18
Controles de línea y laboratorio	19-20
Conclusiones y recomendaciones	21
Bibliografía	22
Anexos	23

Resumen

En el siguiente informe se dará a conocer las características generales de la avena y sus usos. Además se describirá de manera detallada el proceso de la avena desde su recepción como materia prima, pilado, laminado hasta su posterior enfriamiento para poder ser envasado.

Se incluirá como parte esencial del control de calidad del producto los análisis realizados y su importancia; así como los parámetros establecidos para obtener un producto de óptima calidad acorde a las especificaciones del cliente.

En la sección de anexos se presentarán los formatos de registros que competen al Area de Producción como al Departamento de Control de Calidad.

Como parte final del informe serán descritas las conclusiones obtenidas durante todo este tiempo de práctica y las recomendaciones para la empresa desde el punto de vista del practicante.

Introducción

Para el desarrollo de productos elaborados a partir de avena de excelente calidad en Industrias Andinas S.A., se realizan rigurosos controles a lo largo del proceso productivo.

El Departamento de Producción es el encargado de dirigir y controlar las operaciones durante cada etapa de proceso, y que en conjunto con el Departamento de Control de Calidad dichas operaciones también eran verificadas (realizando análisis respectivos) con el fin de obtener un producto final acorde a las necesidades del cliente y que aporte con los nutrientes necesarios para el beneficio de los consumidores.

Las funciones del Asistente de Producción son de vital importancia dentro del contexto de la empresa, ya que además de controlar los parámetros establecidos para la elaboración de copo de avena, tiene la capacidad de tomar decisiones rápidas e inmediatas a una falla en el proceso, con el fin de evitar un retraso en la producción .

Detalle del trabajo realizado

Las prácticas profesionales realizadas en Industrias Andinas S.A. tenían un horario de trabajo de 07H00 a 19H00, de Lunes a Sábado.

En la misma se me asignó el cargo de Asistente de Producción donde realizaba varias funciones como:

- Realizar en conjunto al Jefe de Planta un programa de trabajo diario, registros y establecer parámetros de producción.
- Verificar y controlar de que aquellos parámetros se cumplan a lo largo del proceso, parámetros como temperatura y presión, que afectan en sí al tiempo de vida útil del producto.
- Controlar que los trabajadores cumplan con las normas de higiene para evitar así una contaminación posterior.
- Llevar un registro diario de producción e inventario de materiales utilizados en el proceso (bobinas de plástico, sacos, etc.)
- Verificar el sellado de las fundas en el envasado automático, ya que un mal sellado causaría una devolución por parte del cliente.
- Supervisar el peso de los productos terminados ya sean fundas o granel.
- Controlar la limpieza de máquinas e implementos empleados en el proceso, antes y después una jornada de trabajo.
- Realizar análisis organolépticos a productos de devolución, para darle un uso posterior.
- Establecer con el Jefe de Planta un programa efectivo de control de plagas roedores e insectos, en conjunto a una empresa privada.

Aspectos generales de la empresa:

Breve historia de la empresa

Viendo la necesidad de elaborar un producto que contribuya con los nutrientes necesarios para la dieta diaria, además que tenga un costo al alcance del bolsillo de todos los ecuatorianos el Ing. López creó una empresa dedicada a la elaboración de productos a base de avena llamada Industrias Andinas S.A.

Industrias Andinas S.A. actualmente no solo está dedicada a la elaboración de copos de avena y avena molida para el consumo humano, sino que aprovechando también los residuos obtenidos a lo largo del proceso también elabora subproductos como lo son el polvillo (que es el resultado de una molienda de las cáscaras y polvos extraídos en el pilado) y el "oat bran" (mezcla de residuos polvorientos obtenidos en la etapa de laminado); ambos destinados a la alimentación del ganado en general.

Fundada en el año de 1963, la empresa cumple una tradición familiar, desde hace cinco años atrás se encuentra bajo el mando del hijo del fundador de la empresa; el Ing. Guillermo López el cual tiene a su cargo la línea de producción de copos de avena bajo las marcas conocidas como Suavena y Corazón de Oro.

Localización

Posee un área aproximada de 500 metros cuadrados de terreno, en la que cuenta con la planta procesadora de la avena, oficinas administrativas y un edificio en la parte posterior utilizado como bodega.

Mercado

Su mercado es a nivel nacional en donde los productos como el copo de avena y la avena molida tiene una gran aceptación por parte de los consumidores.

Sus productos son comercializados desde los mercados municipales hasta los supermercados. Para la venta en los mercados municipales la empresa realizó un convenio con el Municipio de Guayaquil para la elaboración de copos en presentaciones de una libra y media libra bajo la marca Suavena.

Además que ofrece sus servicios a los supermercados como: Importadora El Rosado (Mi Comisariato), Supermaxi y Tiendas Industriales Asociadas (TIA).

El mercado de avena precocida molida anteriormente era exclusivo para las empresas encargadas en la elaboración de galletas; ahora se ofrece la avena molida al público en general en presentaciones de 500 g para la elaboración de coladas de una manera fácil y rápida.

Tamaño de producción

La empresa elabora aproximadamente un total de 1625 Kg por cada hora de producción de copo de avena, en una jornada de trabajo de doce horas se puede elaborar hasta 780 sacos de 25 Kg de copo de avena.

Los supermercados hacen sus pedidos quincenalmente de 150 sacos de fundas de presentación de 500g los necesarios para cubrir sus demandas.

ORGANIGRAMA DE INDUSTRIAS ANDINAS S.A.

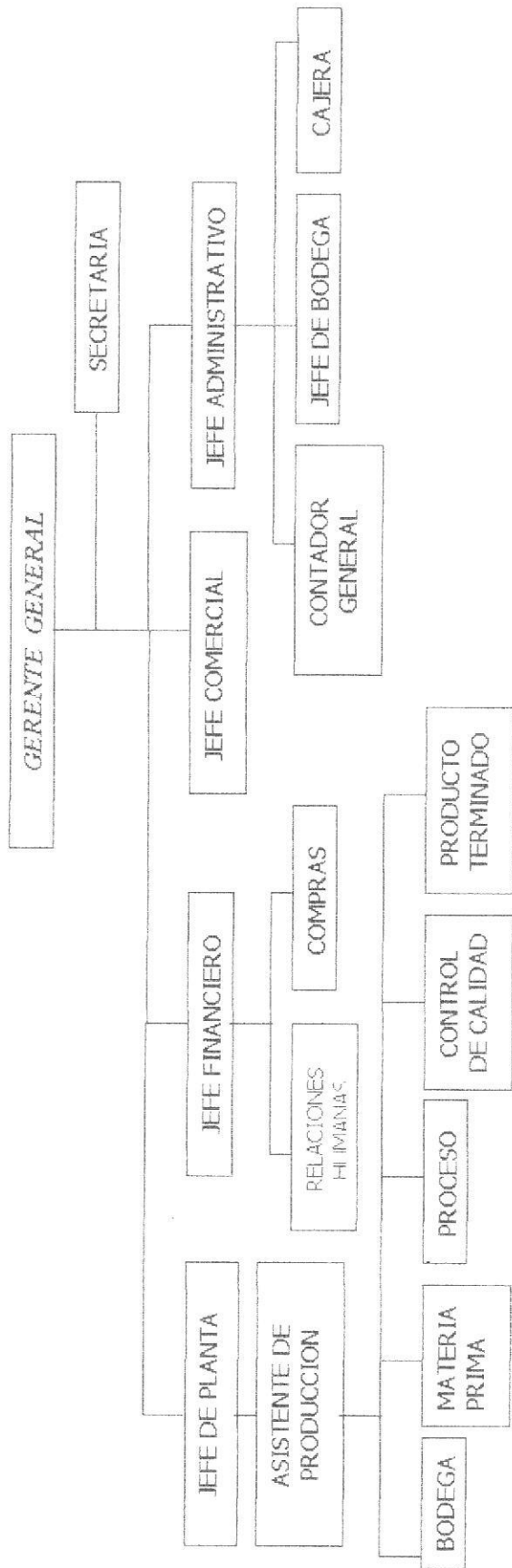
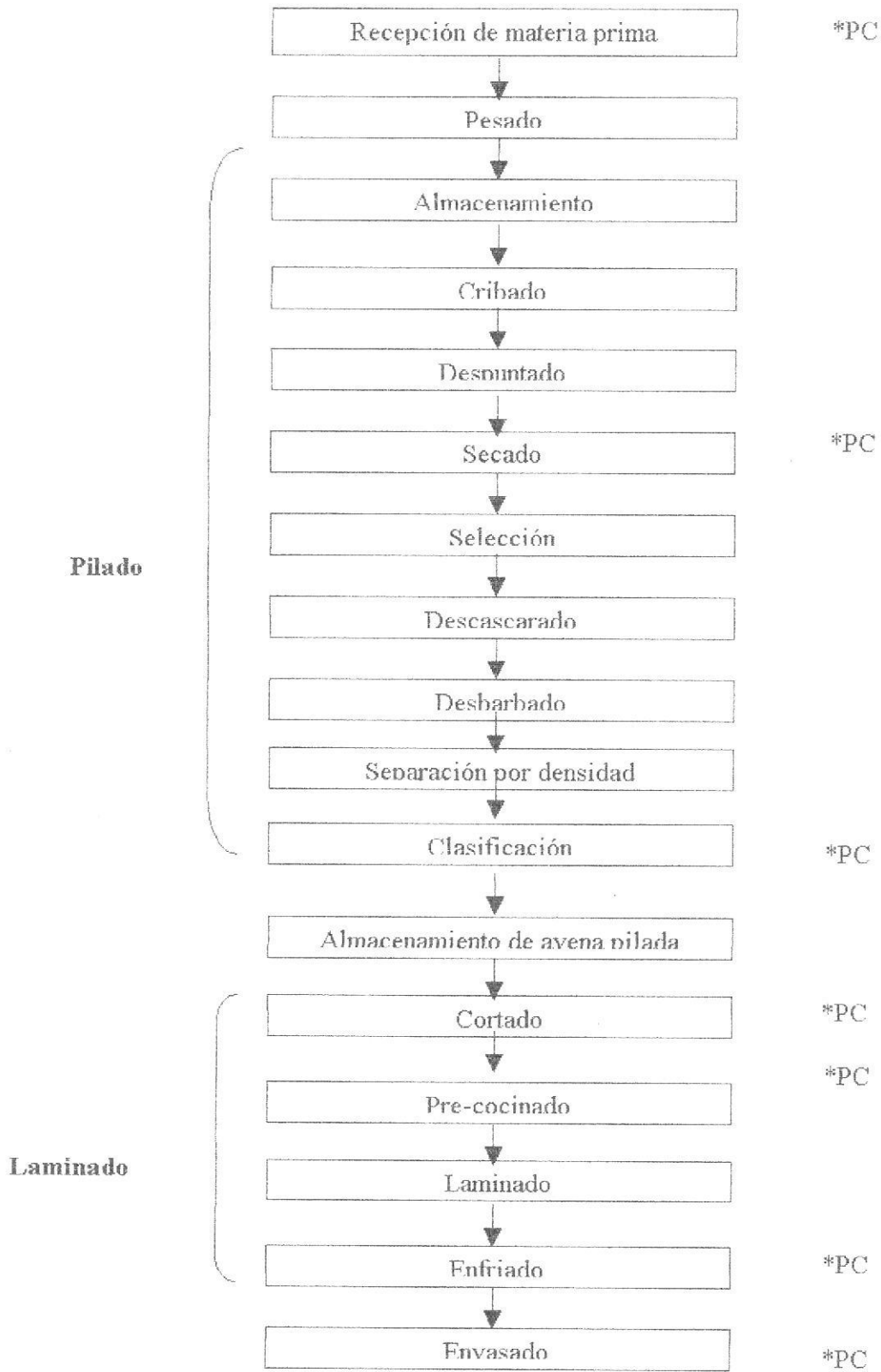


DIAGRAMA DE FLUJO



* En estas etapas del proceso son realizados análisis por el Departamento de Control de Calidad , para verificar si el proceso se está llevando de manera correcta.

Puntos de control

Etapa: Recepción de materia prima

Lugar en donde se lleva a cabo: Silos de almacenamiento

Parámetro	Rango
Humedad	10 – 12 %
Proteína	9 – 12%
Grasa	máximo 9%
Fibra cruda	máximo 3%
Acidez	máximo 6%
Ceniza	máximo 2,5%
Tirosinasa	30 a 60 segundos
Impurezas	máximo 4%

Frecuencia: Se lo realiza cada vez que llegue el lote de avena importada

Etapa: Secado

Lugar donde se lleva a cabo: Secador

Parámetro	Rango
Dosificación de agua	30 – 40
Presión de vapor	1,5 – 2,5 Kg/cm ²
Temperaturas	40 – 50 ° C (primer piso) entrada 60 – 75 ° C (segundo piso) medio 80 – 90 ° C (tercer piso) salida

Frecuencia: Cada 2 horas

Etapa: Clasificación

Lugar donde se lleva a cabo: Mesa Paddy

Parámetro	Rango
Humedad	9 – 10 %
Granos vestidos	máximo 40 unidades

Frecuencia: Cada 2 horas

Etapa: Cortado

Lugar donde se lleva a cabo: Cortadoras

Parámetro	Rango
Humedad	9 - 10 %

Frecuencia: Cada 2 horas

Etapa: Precocinado

Lugar donde se lleva a cabo: Laminador

Parámetro	Rango
Humedad	11 – 12 %
Temperatura	80 – 100 ° C
Presión	12 psi vapor de alimentación 4,5 – 5 psi vapor de la ducha 5 – 6 psi vapor de camisa 6 – 7 psi vapor de retorno

Frecuencia: Cada 2 horas

Etapa: Enfriado

Lugar donde se lleva a cabo: Cinta de enfriamiento

Parámetro	Rango
Temperatura	35 ° C máximo

Frecuencia: Cada 2 horas

Etapa: Envasado

Lugar donde se lleva a cabo: Envasado al granel
Envasadora automática de fundas

Parámetro	Rango
Humedad	10 – 11 %
Picking test	cáscaras 1 a 4 unidades Tallos y semillas hasta 2 unidades Copos carbonizados hasta 4 unidades Copos descoloridos hasta 25 unidades Copos gelatinizados 6 – 7 unidades Avena parcialmente aplastada 5 unidades Granos sin aplastar hasta 2 unidades

Frecuencia: Cada 2 horas

Generalidades

Características de la avena

La planta se llama avena sativa, se cultiva extensamente en las regiones templadas; tiene más éxito que el trigo o cebada en los climas húmedos, aunque no es tan resistente al frío. En Estados Unidos, se define a la avena como el cereal consistente en 50% o más de avena cultivada, conteniendo no más de un 25% de avena silvestre y otros granos para los cuales se han establecidos límites. Existen diferentes clases de avena entre las cuales tenemos: avena negra, avena gris, avena blanca, avena roja, avena mezclada.

Estructura del grano de avena (ver anexo E1)

Pelos (pincel)

Endospermo: endospermo fuculento, capa aleurona, parte exterior del surco

Pericarpio: epidermis, capa cruzada, células tubulares

Cubierta semillas: testa, capa hialina, célula endospermo con granos de almidón, célula aleurona

Germen: escutelo, epitelio, plúmula, radícula, cofia

La epidermis de este tipo de cereales está formada por células rectangulares, largas de paredes finas; la lupodermis (capa siguiente al interior) es de espesor variable; las células de la parte externa del pericarpio se encuentran en el sentido de dirección del grano. La capa de células cruzadas del pericarpio interior está formada por células alargadas en el sentido transversal del grano; la capa más interna se rasga considerablemente durante la maduración y está representada en el grano maduro por una capa de células ramificadas como hifas.

Todas las capas del pericarpio, la testa y capa hialina cubren estrechamente al endospermo, se pliegan en un surco y forman una cubierta floja del germen.

El porcentaje graso es de 2 a 5 veces mayor que el del trigo, pero el contenido proteico es aproximadamente el mismo. Esta proteína no produce gluten. La avena se la ha utilizado ampliamente en la preparación de coladas y en galletería.

La cosecha de la avena se emplea principalmente para alimentación de animales de granja. Una pequeña cantidad se muele para obtener artículos de la dieta humana: harina de avena para cocer torta de avena, también para dietas infantiles y para la fabricación de cereales listos para ser consumidos.

El tratamiento de la avena es llevado a cabo de acuerdo a su composición, por ejemplo: La cáscara del grano de avena, como el de la cebada es fuerte, fibrosa e incomible para el hombre. Por lo cual la misma es eliminada en el proceso de pilado, en donde va a usarse en la fabricación de productos para consumo animal. La harina de avena y las escamas de avena, se fabrican como la sémola: es decir, el salvado no se lo separa del endospermo; como resultado el proceso de molturación se simplifica considerablemente y aumenta el rendimiento de los productos. Este rendimiento, por supuesto, contrarrestado por la gran proporción de cáscara que se descarta como subproducto. La eliminación de pericarpio, por ejemplo: por el procedimiento de pulimiento húmedo, es

sin embargo ventajoso en la obtención de alimentos infantiles de avena, ya que el contenido de fibra se reduce así en 30 – 40%, es decir, la cantidad de harina que se puede obtener de la avena está ligada íntimamente con la cantidad de semilla en el grano, por esto el porcentaje del peso de la semilla es probablemente la característica más importante de la calidad de la avena para su trituration. La diferencias que pueden haber en los porcentajes se debe en parte a la variedad y al ambiente.

De todas formas se presta considerable atención a la limpieza y eliminación de las capas exteriores de la cáscara del grano antes de moler. Esto es motivado porque la cáscara es relativamente dura y espinosa, es corriente que la molienda se efectúe entre piedras, en cualquier caso la separación de salvado y endospermo nunca es tan perfecta como en la elaboración de la harina de trigo.

La proteína de grano de avena, no forma gluten cuando se lo mezcla con agua. Por esto, la harina de avena no puede ser utilizada para la elaboración de pan debido a que no habría esponjosidad adecuada.

El contenido proteico de la avena es muy superior comparada con otros cereales; posee las prolaminas (solubles en alcohol) que constituyen de un 10 al 15% de la proteína total, las prolaminas de la avena se llaman aveninas; la clase predominante parece ser las globulinas con glutelinas formando un 20 – 25%. (globulinas son proteínas insolubles en agua pura, pero son solubles en disoluciones salinas diluidas e insolubles a altas concentraciones salinas; las glutelinas son proteínas solubles en ácidos o bases diluidos), están distribuidas en todo el grano encontrándose en mayor proporción en el embrión, escutelo y la capa aleurona.

El contenido graso del grano de avena es de dos a cinco veces más alto que el del trigo y produce problemas en el almacenamiento por enranciamiento oxidativo. Para solucionar esto, se ha puesto en punto una técnica de calentamiento de grano antes de la trituration que se llama estabilización. Así se inactiva la enzima lipasa y se aumenta considerablemente la vida útil de la harina o de los copos.

La mayoría de los cereales son fuente importante de vitaminas, como la tiamina, niacina, riboflavina, piridoxina, ácido pantoténico y tocoferol. Siendo el caso de la avena, la vitamina en mayor proporción es la niacina, donde se la puede encontrar en la aleurona o en el escutelo o en ambos y el mineral en mayor cantidad en el grano es el potasio concentrándose en la capa aleurona.

Los copos de avena se obtienen a partir de fragmentos de los granos limpios, que se clasifican para asegurar la uniformidad de tamaños de los copos y después se laminan en molinos de rodillos. Es conveniente especificar en los pedidos de tamaño y espesor de los copos. Son típicos los copos de avena de unos 0,4 mm de espesor con unos 8 mm de diámetro.

La harina o los copos de avena, poseen un contenido proteico del 12%, 7% de grasa, 9-10% de agua.

Actividad enzimática en el cereal (ver anexo E 2)

La grasa presente en la avena está distribuida por todo el endospermo, germen y capa de aleurona, poca grasa existe en el pericarpio.

La enzima presente en el cereal, se encuentra en el pericarpio del grano. La acción de la lipasa sobre la grasa de avena (glicerol y ácidos grasos, principalmente ácido oleico, linoleico y palmítico) es transformada a glicerol y ácidos grasos libres.

La grasa presente en la avena está distribuida por todo el endospermo, germen y capa de aleurona, poca grasa existe en el pericarpio.

La enzima y la grasa no están en contacto, ya que están en partes diferentes del grano, y por esto la lipasa ejerce poco o ningún efecto sobre la grasa. La avena cruda y sana puede tener una actividad lipolítica potencial muy apreciable, pero mientras los granos permanezcan enteros, la lipasa está latente y la cantidad de ácidos grasos libres en los granos, no aumenta de forma marcada durante el almacenamiento.

Cuando se trituran en el proceso de molturación, la lipasa del pericarpio se pone en contacto con la grasa del endospermo, germen y aleurona; el proceso de liberación de ácidos grasos se acelera, dependiendo de este proceso en gran parte del grado de humedad, temperatura y finura de la molturación. En este aspecto el contenido de humedad es particularmente importante, la actividad de lipasa es baja en la harina de avena almacenada con bajo contenido de humedad y a baja temperatura, pero es apreciable con 10% o más de humedad.

Los ácidos grasos libres, el glicerol es neutro y es posible cuando se libera la grasa de avena por hidrólisis; no da lugar a efectos perjudiciales. Sin embargo, la liberación lenta de ácidos grasos y sustancias relacionadas de la grasa de avena, va acompañada de la producción de amargor.

Por eso la actividad lipásica tiene mucha importancia porque los ácidos grasos libres son más susceptibles al enranciamiento oxidativo que los mismos ácidos grasos en el triglicérido.

Detalle del proceso de producción

Recepción de la materia prima:

La materia prima (avena con cáscara) llega hasta las instalaciones de la empresa procedente de Chile, Canadá ó Australia. La materia prima llega vía marítima hasta Guayaquil en donde es trasladada vía terrestre por contenedores.

Para determinar la calidad de la materia prima debemos darnos cuenta de que el grano debería estar libre de:

- granos atacados por insectos
- granos dobles, formados por una cáscara que encierra una semilla más un grano completo de avena
- granos pequeños, formados por una pequeña que encierra solamente una semilla rudimentaria; la presencia de estos granos rebaja el contenido de grano de partida
- granos que han perdido prematuramente la cáscara, ya que estas semillas se decoloran y quemán en el secado y aportan partículas decoloradas al producto.

Pesado:

Los camiones al llegar son pesados mediante una báscula colocada en la entrada y salida para así por diferencia sacar el peso de entrega.

Almacenamiento de materia prima:

Hay casos en que la avena es sometida a almacenamiento por un período de tiempo relativamente largo, por lo tanto es importante protegerla de insectos y roedores.

La avena por lo general llega al granel o en sacos de 45 Kg, los cuales son descargados en la tolva de recepción y por medio de un tornillo sin fin la avena es llevada a un elevador de cangilones y este a su vez procede a elevar el producto hasta canales de distribución que se encuentra en la terraza de los silos y así llenarlos. Pueden traerse lotes de avena entre 250 toneladas hasta 1200 toneladas.

Para su almacenamiento la empresa cuenta con 4 silos; 3 silos con capacidad de 300 toneladas cada uno y un silo con dimensión mucho mayor con capacidad para 1800 toneladas. Una vez puestos en los silos exteriores de la empresa como un método preventivo de contaminación son agregadas de 3 a 4 pastillas de gastoxin (componente activo es el fosforo de aluminio) por tonelada de avena, compuesto que ataca a insectos como los gorgojos, quienes son los primeros destructores de la estructura del grano. Este medida de preventiva es puesta a aquella avena que no va ser utilizada de manera inmediata sino más bien después de cierto período de tiempo.

La avena a utilizarse es pasada a dos silos de madera para su almacenamiento en el interior de la planta y de donde se va a alimentar la maquinaria para proceder al pilado de la avena.

La carga de los silos se la hace mediante un sistema mecánico de succión que lleva la avena hasta un elevador de cangilones que posee en la parte posterior un sistema de báscula que marca por caídas a los silos mencionados.

La avena es procesada por lote, cada lote es de 1260 caídas siendo una constante en la empresa que cada caída son de 59,72 Kg con lo cual podemos sacar el peso de la materia prima a procesar y posteriormente el porcentaje de rendimiento de copos como producto final en base a dicho valor.

Cribado:

La avena de los silos de almacenamiento es llevada mediante un sistema de transporte mecánico compuesto de un tornillo sinfin y un elevador de cangilones que lleva la materia prima hasta el primer piso a una zaranda vibratoria llamada cribadora oscilante con cernidor vertical.

Esta máquina se compone de dos juegos de cribas, cada una equipada con marcos que pueden ser desarmados. En el juego de cribas superior con perforación cónica se separan las impurezas gruesas que salen a través de una canaleta, en el segundo juego se separan todas las impurezas finas como arena, cáscaras, semillas pequeñas, etc.

Las cribas se mantienen limpias por un juego de bolas de caucho que es un sistema de limpieza especialmente apropiado. Además el cernidor vertical garantiza una eliminación eficaz de todas las impurezas livianas así como de granos mermados y rotos.

Despuntado:

Sirve para quitar de los granos las raspas y las puntas además por el procedimiento mecánico intenso se quita también las partículas de suciedad adheridas al grano dándole un aspecto más claro y listo para el siguiente paso en el proceso. Esta operación es llevada a cabo en un máquina despuntadora de cilindro y polea con una capacidad de 2500 Kg/h, los desperdicios sueltos caen a través del tejido de alambre, a una tolva colectora. Para luego la avena ser transportada por medio del elevador de cangilones hasta el primer piso para entrar al secador.

Secado:

Se realiza en un secador de avena por radiadores cuya calefacción es regulable en cada sección, en donde se pueden aplicar diferentes temperaturas y que previo a una graduación a la entrada del vapor se obtiene el sabor deseado para el producto.

Las paredes exteriores lisas contienen una doble pared rellena con lana de vidrio lo que permite un aislamiento del calor. La estructura del mismo ocupa los tres pisos de la planta y mide 7,8 m de largo por un metro de ancho, con una capacidad de 800 Kg/h de producto secado.

Al ingresar el producto al secador este recibe una dosificación continua de agua con el objetivo de no hacer brusco el choque y facilitar el posterior descascarado. Una vez en

el equipo la avena y los radiadores van a producir un intercambio de calor con el objetivo de inactivar las enzimas presentes en la avena (entre las cuales tenemos a la lipasa y la tirosinasa), cabe destacar que en esta etapa del proceso se logra obtener los parámetros como color, sabor y aroma.

Las temperaturas comprendidas en este intercambiador es de 40 a 50 °C en el primer piso (entrada del secador), 60 a 75 °C en el segundo piso (medio), y 80 a 90 °C (salida del secador) mínimo en tercer piso, la presión con que se trabaja varía de 1,5 a 2,5 Kg/cm², realizándose controles de humedad a la entrada y salida del secador.

Triado:

Después de haber sido secada la avena, es enviada nuevamente al primer piso por medio de un elevador de cangilones, en este punto el producto es llevado por un cilindro triador cuya función es separar todas las semillas de diferentes dimensiones como malezas, granos quebrados o granos pequeños. Estas dos corrientes son almacenadas en dos tolvas pequeñas que a su vez van a alimentar a dos descascaradoras de avena respectivamente.

Descascarado:

Ya seleccionada la avena pasa a las descascaradoras en las cuales se realiza el proceso de eliminación de cáscara que protege la semilla de avena.

La avena penetra por el centro de un rotor de alta velocidad que arroja los granos contra un forro de goma fijo a la caja exterior de la máquina; el forro de goma reduce el número de fracturas y ayuda a la separación de la cáscara del grano.

Desbarbado:

Una vez que la avena esté sin cáscara es enviada nuevamente al primer piso a la máquina desbarbadora en donde se realiza el desbarbado. Este proceso consiste en eliminar impurezas adheridas en el grano como pelusas y cáscaras.

Separación neumática:

El producto entra a un separador neumático vertical con regulación de aire inyectable, cuya función es separar la cáscara y polvos de la avena. Esta separación se realiza gracias a la ayuda de dos extractores de polvo en serie que facilitan la limpieza del grano.

Clasificación:

Una vez que el producto ha pasado por la parte de limpieza por medio de un elevador de cangilones conducido al primer piso de donde es clasificado por dos mesas PADDY. La separación se basa al diferente peso específico de los granos, esto se logra al movimiento oscilatorio de la mesa que varía de 80 a 100 veces por minuto, además posee cierta inclinación que facilita la clasificación, siendo los granos descascarados los que salgan en la parte baja de la inclinación. Después que pasa por la última mesa pasa

por un cilindro triador que separa la avena, que por algún motivo salió un grano con cáscara.

Las cáscaras y demás polvos que han sido separados en el pilado se almacenan en silos de madera en el interior de la planta para después ser molidos en un molino de martillo y ser comercializados en sacos de 45,3 Kg.

Almacenamiento de avena pilada:

Una vez terminado el pilado de la avena, por medio de un elevador de cangilones se procede a llevarla a los silos de madera que se encuentran en el interior de la planta para su almacenamiento.

Cortado:

De los silos de avena pilada por medio del elevador de cangilones este es elevada nuevamente al primer piso para el proceso de laminado, alimentando primeramente a dos máquinas cortadoras, cada una de estas máquinas tiene la capacidad de 0,996 Kg/h y 0,828 Kg/h de producto cortado respectivamente, para luego almacenarse en una tolva que alimenta poco a poco al precocinador.

El objetivo del corte es producir tres o cuatro piezas uniformes de cada grano. Los cortadores están constituidos por tambores rotatorios perforados, los granos se autoposicionan en las perforaciones y son seccionados por las cuchillas estacionarias en la superficie externa del tambor.

Precocinado:

La avena ya cortada entra a un precocinador que no es nada más que una cámara vertical en donde se inyecta vapor a la avena, depositándose en toda la cámara con el objetivo de flexibilizar los granos, de modo que se rompen menos durante la operación del laminado y también ayuda a desnaturalizar las enzimas que producirían enranciamiento en caso de que no hayan sido inactivadas en el secado; dicho cámara posee una capacidad de producción de 480 Kg por hora de producto terminado. El vapor de alimentación es de 12 psi.

Aquí se controla también la presión de vapor de la ducha que debe estar entre un rango de 4,5 – 5 psi ; al igual el vapor de camisa y el vapor de retorno que deben estar entre 5 – 6 psi y 6 – 7 psi respectivamente.

Laminado:

Ya precocida la avena pasa a través de dos rodillos laminadores, formándose los copos de avena, la capacidad de los laminadores es de 1625 Kg/h de producto laminado. Como este proceso es térmico es necesario que en la siguiente etapa exista un enfriamiento para poder ser envasado.

Enfriado:

Aquí se emplea un enfriador de cinta en cuya cámara entra aire comprimido circulando por el producto. El aire pasa a través del producto es separado por medio de una campana de extracción y a través de un ciclón se separan sus partículas e impurezas y este aire ligeramente limpio es entregado al ambiente. El producto laminado sale del enfriador para ir directamente al envasado.

Envasado:

Se dosifica los copos de avena al granel en sacos de 15 ó 25 Kg; bajo la marca de Suavena ó Corazón de Oro.

Se puede envasar en fundas (láminas de polietileno) cuya presentación puede ser de 250 y 500 g bajo la marca Suavena y de 500 g bajo la marca de Corazón de Oro, son empacadas en sacos con un total de 50 unidades de 250 g por cada saco y 25 unidades para la presentación de 500g.

En la actualidad, la empresa elabora fundas para el Programa Más Alimentos del Municipio de Guayaquil en presentaciones de 227 g y 454 g, y fundas de 500 g para la empresa TIA.

Una vez envasado los copos de avena se procede a su almacenamiento.

En casos de que el cliente necesite Industrias Andinas S.A., elabora harina de avena moliendo los copos en un molino de martillos cuya capacidad es de 1000 Kg por hora, envasado en sacos de 25 Kg ó en sacos de 50 Kg.

Antes y después de una jornada de trabajo se debe realizar un inventario de materiales empleados para la producción; así como de el total de sacos o fundas realizadas (ver anexo C1).

Procedimiento de limpieza y sanitización de la línea (antes de la producción)

- 1.- Limpieza mecánica, utilizando aire comprimido, para eliminar residuos de polvo de los lugares más pequeños de los equipos.
- 2.- Se procede a aplicar una solución de amonio cuaternario (30 ml en 10 litros de agua); con ayuda de un paño por los lugares de mayor contacto con el producto con la superficie de estos son : tolva de la cortadora, tolva de descarga, cinta de enfriamiento.

Procedimiento de limpieza y sanitización de la línea de laminado (después de la producción)

- 1.- Realizar una limpieza mecánica, utilizando aire comprimido para retirar los residuos de materia orgánica, polvo, dentro de la cortadora, precocinador, rodillos y tolva de descarga de copo al igual que en la cinta de enfriamiento.
- 2.- Retirar con espátulas, la avena mojada, que se encuentra adherida dentro del tubo del precocinador, de los rodillos y de la tolva de descarga de producto.
- 3.- Retirar polvos de los pisos

Procedimiento de limpieza y sanitización de la línea de harina de avena

Es importante destacar que la línea de producción de harina de avena, es la misma que se utiliza para elaborar el polvillo de avena.

Se deberá realizar una limpieza y sanitización eficaz debido alto grado de contaminación microbiológico que presentan los equipos.

- 1.- Se deberá retirar todos los residuos de tamo (se dice tamo a las cáscaras y polvos) de todos los equipos que intervienen en el proceso como: ciclones, silos, tolva y molino así como tubo de dosificación empleando para esto aire comprimido.
- 2.- Encender el extractor para retirar el residuo de polvo de los ciclones.
- 3.- Eliminar polvo del piso.
- 4.- Aplicar solución de Amonio cuaternario (30 ml en 10 litros de agua) con ayuda de un paño.

Este proceso de limpieza se deberá realizar antes de cada producción de harina.

Limpieza y desinfección de utensilios

Todos los utensilios empleados en las zonas de manipulación de alimentos (espátulas, cucharones) y que puedan entrar en contacto con el producto deben ser lavados con agua potable para luego ser desinfectados con alcohol.

Controles de línea y laboratorio

Listado de análisis realizados y su importancia

Determinación de la prueba enzimática (Análisis de la Tirosinasa)

La prueba se basa en la oxidación del pirocatecol en presencia de la enzima, la cual cataliza la transferencia de oxígeno al sustrato. Obteniéndose en este proceso la o-quinona correspondiente, produciéndose una coloración rosada.

Rangos permitidos

Avena con cáscara	30 a 60 segundos
Avena pilada	mínimo 15 minutos
Copo de avena	mínimo 15 minutos
Harina de avena	mínimo 15 minutos

Determinación de humedad (método de la estufa)

La prueba se fundamenta en la pérdida de peso que sufre la muestra al ser colocada a temperaturas entre 125 y 130 ° C por lapso de 1 hora o hasta peso constante.

Rangos permitidos

Avena con cáscara	máximo 12%
Copo de avena	9 – 11%

Granulometría

Esta prueba se fundamenta en la separación mecánica de las diferentes fracciones de tamaño del material, por medio de un juego de tamices, con aperturas o agujeros de tamaños conocidos, en la cual se distribuye uno sobre otro de mayor a menor temperatura.

Rangos permitidos

Harina de avena	mesh#10 (75-85%)
	mesh#20 (25-15%)

Determinación del peso hectolítrico

La prueba se fundamenta en determinar el peso de la muestra en 1000 ml

Rangos permitidos

Avena con cáscara	mínimo 34 lb/bushel
-------------------	---------------------

Picking test

Se basa en determinar la presencia de diferentes materiales mediante observación al copo de avena, la cual se expresa en unidades por cada 100 gramos

Análisis de resultados

Se reporta en unidades por cada 100 gramos

Dry flakes test

Se basa en determinar las características físicas y organolépticas que influyen en el grado de aceptación del copo

Cocimiento

La prueba de cocimiento se realiza con el fin de reconocer las características organolépticas (viscosidad, sabor, color, aroma) de la avena ya preparada.

Determinación del espesor y dimensiones del grano de avena.

Se basa en determinar si las dimensiones y espesor de la avena están dentro de los estándares de aceptación

Análisis de resultados:

Se expresa los resultados de acuerdo a los mm obtenidos con el calibrador.

Los reportes empleados en el Departamento de Control de Calidad se encuentran en la sección de anexos.(C2)

Conclusiones y Recomendaciones:

- La avena actualmente está siendo muy consumida, debido a su bajo costo y a la cantidad de nutrientes que facilita al cuerpo.
- La actividad lipolítica del grano aumenta cuando empieza el proceso de trituración, porque la grasa presente en el endospermo entra en contacto con la lipasa del pericarpio.
- Por su alto contenido de grasa, a la avena se le aplica en varias etapas del proceso temperaturas superiores de 60 °C con el fin de inactivar la enzima presente (lipasa) y darle un flavor característico.
- Los copos de avena o flakes son partículas grandes y gruesas obtenidas después que la avena ha sido laminada y tiene un espesor aproximado de 0,5 mm, utilizada para la elaboración de coladas; mientras que la harina de avena llamada a veces también sémola es gruesa empleada para la fabricación de galletas.
- Además del polvillo que se obtiene después de proceso de molienda de las cáscaras, para luego ser comercializados para consumo animal; también se elabora OAT BRAN que es un resultado de la extracción de polvos en etapas del laminado (trituración y enfriamiento).
- Una recomendación a la empresa, es que invierta en equipos para el laboratorio, evitándose así mandar a realizar análisis a laboratorios privados.
- Es necesario un control estricto en la inyección de vapor ya que en grado excesivo ocasiona la formación de masas de copo de avena en el momento de la trituración.
- Realizar una calibración en las cuchillas de las cortadoras ya que esto hace que en el momento del laminado, el copo salga con diferentes dimensiones lo cual da como resultado de que no exista uniformidad en el producto.

Bibliografía :

KENT, N.L. Tecnología de los cereales. Tercera Edición. Editorial Acribia. Zaragoza-España. 1987. págs: 165 – 173

HOSENEY, R.CARL. Principios de ciencia y tecnología de los cereales. Primera Edición. Editorial Acribia. Zaragoza-España 1991. págs: 175 – 178

http://www.puc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/avena.htm

<http://www.cabcbue.com.ar>

<http://www.senasa.gov.ar>

Industrias Andinas S.A. Manual de Equipo varios. Guayaquil – Ecuador

Apuntes tomados en el momento de la práctica

ANEXOS

Características de compuestos empleados en el proceso de limpieza y sanitización.

CHEMLOK – 75

Compuesto desinfectante sanitizante funguicida, que contiene como ingrediente activo una mezcla de Amonio Cuaternario que se lo define como de la quinta generación aprobado por la EPA (Environmental Protection Agency) y autorizado por la FDA.

Entre sus características tenemos:

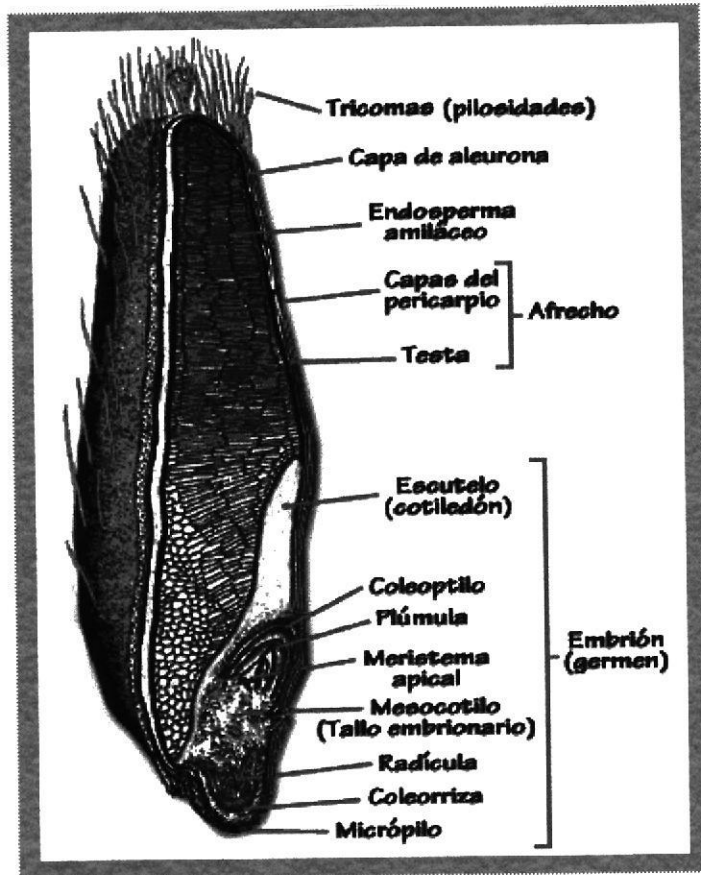
- Olor no ofensivo
- No es corrosivo para metales
- Ayuda a control de mohos y levaduras
- Buena vida de anaquel
- No irrita la piel
- Tiene poder residual
- No afecta las materias orgánicas
- Estable al calor
- Efectivo a un pH alto
- No imparte color, olor, sabor
- Fácil de preparar

ALCOHOL INDUSTRIAL

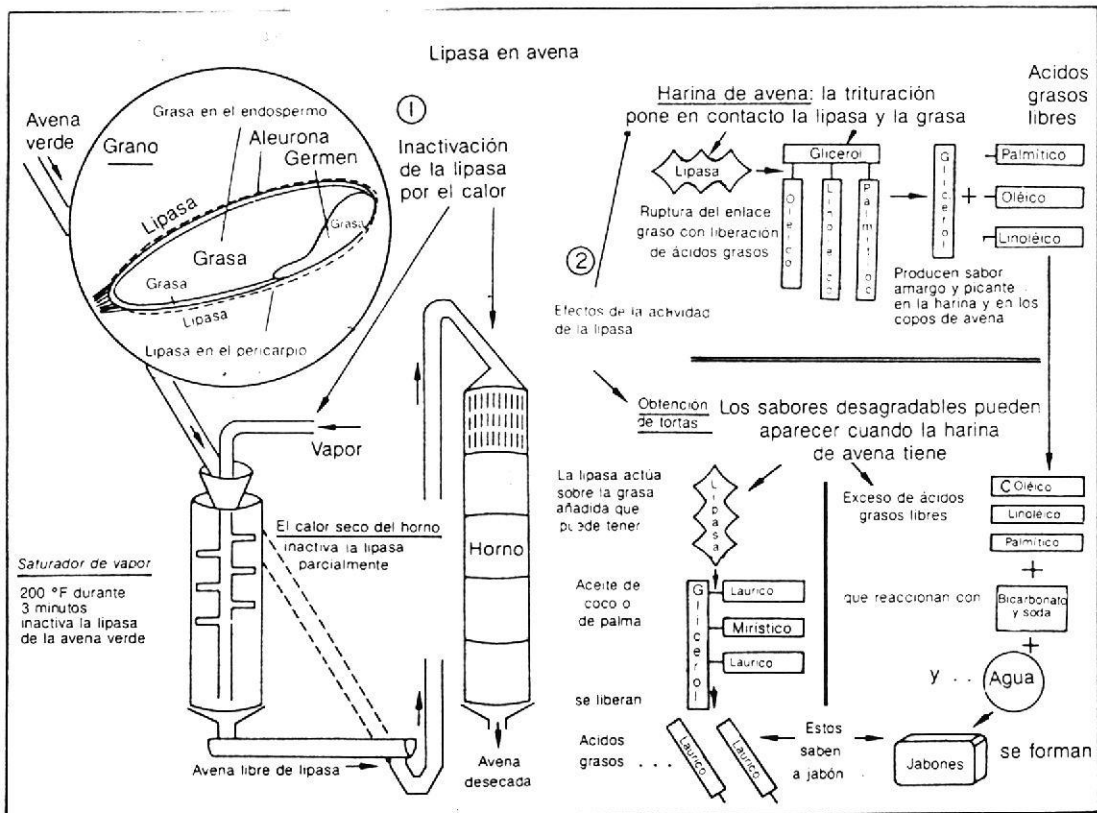
Desinfectante para manos, superficie de contacto con utensilios.

- Fácil de adquirir
- Poder bactericida
- No corrosivo
- No imparte color, olor, sabor

E1



E2



C1

CONTROL DE PRODUCCION ENVASADO

Fecha:

CORAZON DE C			
Presentaciones	500 g	25 Kg	25 Kg M
Turno Día # sacos			
Turno Tarde # sacos			
Turno Noche # sacos			
Total Kg procesados			

CONTROL DE MATERIALES ENVASADO

CORAZON DE C			
	Plástico	Sacos	
Presentaciones	500 g	50 x 78	60 x 90
Saldo Anterior			
Ingreso			
Subtotal			
Daños			
Saldo Actual			
Utilizado			

Observaciones:

Elaborado por

CONTROL DEL PROCESO DE LAMINADO

Responsable: _____

Turno: _____

Hora	Humedad	Presiones en lb/in2				%Humed	°T(°C)	°T(°C)
	Corte	P1	P2	P3	P4			

P1 alimentación

P2 ducha

P3 camisa

P4 retorno

°T* acondicionamiento

°T prod. Final

Observaciones:

Responsable: _____

Turno: _____

Hora	Humedad	Presiones en lb/in2				%Humed	°T(°C)	°T(°C)
	Corte	P1	P2	P3	P4			

P1 alimentación

P2 ducha

P3 camisa

P4 retorno

°T* acondicionamiento

°T prod. Final

Observaciones:

Responsable: _____

Turno: _____

Hora	Humedad	Presiones en lb/in2				%Humed	°T(°C)	°T(°C)
	Corte	P1	P2	P3	P4			

P1 alimentación

P2 ducha

P3 camisa

P4 retorno

°T* acondicionamiento

°T prod. Final

Observaciones:

Stándares del laminado

Humedad	Presiones en lb/in2				%Humed	°T(°C)	°T(°C)
Corte	P1	P2	P3	P4			
9,0-10	12,0-13	4,5	6	7	11,0-12,0	80-90	máx35

Fecha: _____

C2

Muestra : Avena con cáscara.
: Avena pilada.

Lote:

Responsable:

%	%	Tirosinasa
Impurezas	Humedad	30 - 60 seg

Observaciones:

Muestra : Avena con cáscara.
: Avena pilada.

Lote:

Responsable:

%	%	Tirosinasa
Impurezas	Humedad	30 - 60 seg

Observaciones:

Stándares permitidos en el laboratorio

%	%	Tirosinasa
Impurezas	Humedad	30 - 60 seg
Máx 1%	10 - 12 %	30 - 60 seg

INFORME DE LABORATORIO

N° _____

FECHA: _____

Lote: _____

Producto avena en copos							
Avena copos	Producción	Stand	Compet	Picking test	Producción	Stand	Compet
Humedad		11% máx		Cáscaras		4	
Cenizas		2,0% máx		Cascaritas		9	
Proteínas		10,5% mín		Tallos		2	
Volumen		300-330 g/lit		Semillas		2	
Grasa		11,0% máx		Copos de trigo		50	
Fibra cruda		3,0% máx		Copos de cebada		30	
Acidez		0,6% máx		Copos amarillos		4	
Peso copos		500g +/- 10		Copos carbonizados		4	
Tirosinasa		min. 15 min		Copos decoloridos		25	
				Masas carbonizadas		1	
				Masas descoloridas		3	
				Copos gelatinizados		7	
				Avena parc. Aplastada		5	
				Granos sin aplastar		1	

Dry flakes test	Producción	Stand	Compet	Cooking test	Producción	Stand	Compet
Tamaños de copos		3-5		Apariencia y color		3-5	
Uniformidad		3-5		Textura		3-5	
Color		3-5		Consistencia		3-5	
Sabor		3-5		Aroma		3-5	
				Sabor		3-5	
				Puntaje		minim 27	
				Propiedades físicas			

Avena copos control de envase			
Avena copos prueba de malla	Producción	Stand	Producción
Malla N° 7 (ret):		40 unid. Máx	
Malla N°10 (ret):		20 unid. Máx	
Malla N°25:		6 unid. Máx	
		2 unid. Máx	
		negativo	
		0,6% máx	

Observaciones:

Elaborado por:

Revisado por:

INDUSTRIAS ANDINAS

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

Muestra: Harina de avena

Fecha:

Responsable:

Turno:

	%	%	Granulometría		Molino	%	
Hora	H. copos	H. harina	mesh # 10	mesh# 20	malla (mm)	Ac. Oléica	Tirosinasa

MOLINO INICIO

MOLINO FINAL

Observaciones:

.....

Muestra: Polvillo

Fecha:

Responsable:

Turno:

	%	Granulometría		Molino	%
Hora	H. polvillo	mesh # 10	mesh# 20	malla (mm)	Ac. Oléica

MOLINO INICIO

MOLINO FINAL

Observaciones:

.....

INDUSTRIAS ANDINAS

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

Muestra: Copos de Avena.

Lote:

Responsable:

Fecha:

Turno:

Hora	Temperaturas		%	Test físico		Tirosinasa	%
	Ambiente	Copo	Humedad	% Cáscaras	Espesor (mm)	min15 minutos	Ac. Oléica

Observaciones:

Muestra: Copos de Avena.

Lote:

Responsable:

Fecha:

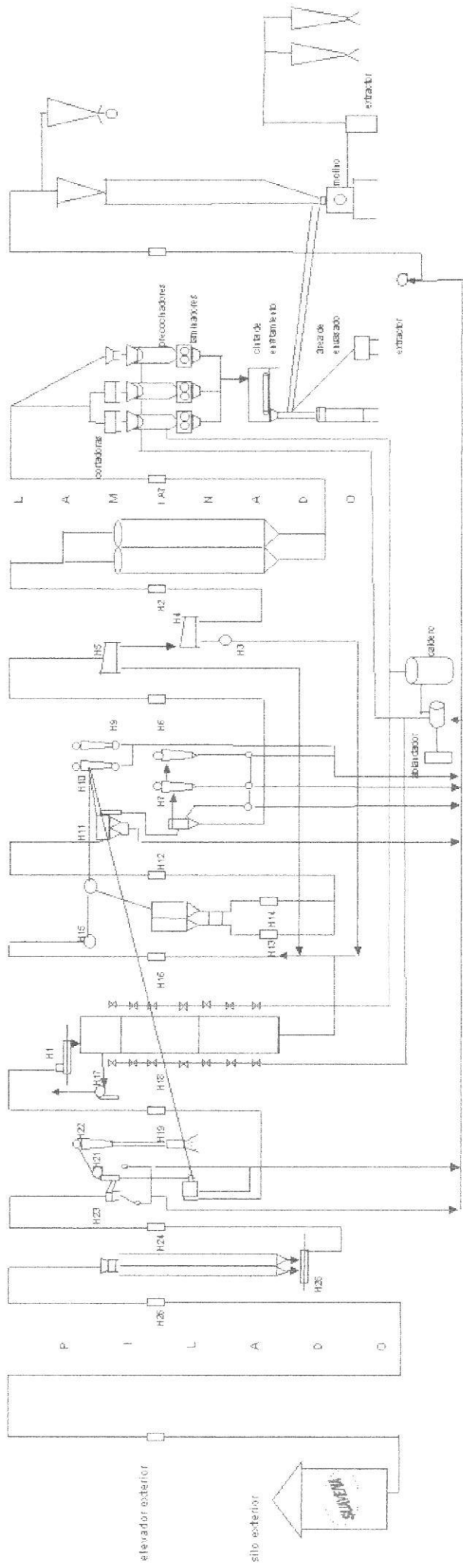
Turno:

Hora	Temperaturas		%	Test físico		Tirosinasa	%
	Ambiente	Copo	Humedad	% Cáscaras	Espesor (mm)	min15 minutos	Ac. Oléica

Observaciones:

Stándares para los copos de avena

Temperaturas		%	Test físico		Tirosinasa	%
Ambiente	Copo	Humedad	% Cáscaras	Espesor (mm)	min15 minutos	Ac. Oléica
	35 máx	10 +/- 2	0,1 máx	0,3 - 0,6	min 15 minutos	0,6% máx



- H1 elevador de agua
- H2 elevador
- H3 M. mesa Paddy
- H4 M. mesa Paddy
- H5 elevador
- H6 molino
- H7 elevador de criba
- H8 elevador de criba
- H9 elevador de criba
- H10 elevador de criba
- H11 elevador de criba
- H12 elevador de criba
- H13 elevador de criba
- H14 elevador de criba
- H15 elevador de criba
- H16 elevador de criba
- H17 elevador de criba
- H18 elevador de criba
- H19 elevador de criba
- H20 elevador de criba
- H21 elevador de criba
- H22 elevador de criba
- H23 elevador de criba
- H24 elevador de criba
- H25 elevador de criba
- H26 elevador

INSTITUTE OF BREWING (1969) *Production and Storage of Maltng Barley*, Institute of Brewing, London.
 KASARYAN, S. (1935) Milling and baking experiments with barley. *Nortwe. Miller*, 182 (5): 469.
 KENT, N. L. (1943) Some characteristics of barley. *Milling*, 101: 240.

LETTERS, R. (1973) Research and development trends in the Brewing Industry. *Mod. Brew. Age*, 24: MS-8.

NATIONAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL BOTANY (1963) *Cereal Quality*, Farmers Leaflet No. 14, N. I. A. B., Cambridge.

PALMER, G. H. and BATHGATE, G. N. (1976) Maltng and brewing. *Adv. in Cereal Sci. & Technol.*, POMERANZ, Y. (Ed.) Amer. Ass. Cereal Chem., St. Paul, Minn., U.S.A., page 237.

POMERANZ, Y., KE, H. and WARD, A. B. (1971) Composition and utilization of milled barley products. I. Gross composition of roller-milled and air-separated fractions. *Cereal Chem.* 48: 47.

SEBESTYEN, E. (1977) Processing the "cousins" of wheat for human food. Pt. 2. Barley and oats milling. *J. Flour Anim. Feed Milling*, March: 32.

YATES, S. (1979) World brewing methods and beer styles. *Chem. Ind.* 887.

Ver también Bibliografía suplementaria — General (pág. 211).

CHUSTER, K. (1962) Maltng technology. In COOK, A. H. (1962). *Ann. Nutr. Aliment.* 24: B377.

WATSON, S. J. (1953) The quality of cereals and their industrial uses. The uses of barley other than maltng. *Chem. Ind.* p. 95.

BIBLIOGRAFIA SUPLEMENTARIA

DALGLIESH, C. E. (1977) Beer. *BNF Nutrition Bulletin*, 19, 4(1): 24.

DOUGLAS, A., GRANT, W. and KENT, N. L. (1946) *Milling of Barley and Oats in Germany*, B.I.O.S. Final Report No. 718, Item 31, H.M.S.O., London.

LANNIGAN, B. and DYCKIE, N. A. (1972) Distribution of microorganisms in Iraq as produced during pearling of barley. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 59 (3): 377.

PREER, E. N. (1967) Quality in wheat and barley. *Ann. appl. Biol.* 59: 321.

INTON, J. J. C. (1962) Comparative morphology and biology of wheat and barley grains and the location of nutrients. *Recent Advances in the Processing of Cereals*, Soc. Chem. Ind. Monograph No. 16, Soc. Chem. Ind., London.

OGH, J. S., WADSON, A. and DANIELS, N. W. R. (1976) A new look at brewing flour. *Brewers Guardian*, 105 (3): 38.

YDE, W. R. and PENROSE, J. D. F. (1980) The by-products of brewing. *Nutr. Fd Sci. Sept./Oct.*: 12.

CAPITULO 13

AVENA⁽¹⁾

UTILIZACION

La cosecha de avena (ver págs. 6 y 18) se emplea principalmente para alimentación de animales de granja. Una pequeña parte se muele para obtener artículos de la dieta humana: harina de avena para «porridge» y para cocer torta de avena, escamas de avena para «porridge», harina de avena para dietética infantil y para la fabricación de cereales listos para ser comidos y semola blanca para hacer «black puddings» (morcilla)— plato popular en los Midlands de Inglaterra.

En la Tabla 67 se muestra la utilización de la avena nacional en diferentes países.

En 1978, de un total de 148.000 t empleadas en el consumo humano e industrial en Gran Bretaña, los artículos de avena producidos en las factorías de Gran Bretaña ascendieron solamente a 46.000 t.

En la Tabla 68 se muestran los datos de consumo humano de productos de avena triturada, en algunos países, promedio de 1975-77.

En general, el consumo de los productos de avena triturada, es muy pequeño en comparación con el consumo de los productos de trigo molido. Así, en los catorce países que figuran en la Tabla 68, los números de consumo medio para los artículos de avena y de trigo son 3,0 y 59,5 kg/cabeza/año respectivamente. Este bajo nivel de consumo se puede considerar como índice de la relativamente menor importancia de los productos de avena triturada en la dieta humana.

¹ Gran parte de la información de este capítulo procede de la Research Association of British Flour-Millers, St. Albans (RABFM) en conexión con un programa de trabajo para la Oatmeal Millers' Associations of England, Scotland and Northern Ireland (ahora British Oatmeal Millers' Association) durante el periodo de 1947-60. El RABFM se fusionó con British Baking Industries Research Association en 1967 para formar la Flour and Baking Research Association.

TRATAMIENTO DE LA AVENA

El tratamiento de la avena en la factoría difiere del trigo a causa de la diferencia de estructura anatómica y de composición química entre los dos cereales, y porque los objetivos a los que se dedican ambos productos son diferentes; y ciertamente, la diferencia de objetivos es parcialmente consecuencia de las diferencias de composición química, por ejemplo:

1. La cáscara o escaballo del grano de avena, como el de cebada (ver pag. 160) es fuerte, fibrosa e incombible por el hombre. Es por tanto eliminado en un proceso especial de descascarillado, durante la fabricación de productos comestibles, para lo cual, solamente interesa la semilla. Por contraste, las glumas del trigo, que corresponden morfológicamente con la cáscara de la avena, se desprenden con facilidad en la trilla.

2. El salvado de avena es relativamente fino y de color pálido en comparación con el del trigo. Para la mayoría de los objetivos, la presencia de salvado tiene poco efecto perjudicial sobre la calidad de los productos triturados de avena. La harina de avena y las escamas de avena, se fabrican como la semola; es decir, el salvado no se separa del endospermo; como resultado, el proceso de molturación se simplifica considerablemente y aumenta el rendimiento de los productos. Este aumento de rendimiento es, por supuesto, contrarrestado por la gran proporción de cáscara que se descarta como sub-producto—La eliminación del pericarpio, por ejemplo, por el procedimiento de pulimento húmedo (ver pag. 169), es sin embargo ventajoso en la obtención de alimentos infantiles de avena, ya que el contenido de fibra se reduce así en 30-40 %.

3. La proteína del grano de avena, aunque no en inferior cantidad que en el de trigo, y como en este último computada por aminoácidos, no forma gluten cuando se la mezcla con agua. Por esto, la

1. R. (1970) Les vitamines de l'orge, du malt et de la bière. *Nutr. Aliment.* 24: B377.

1. S. J. (1953) The quality of cereals and their industrial uses of barley other than malting. *Chem. Ind.* p. 95.

BIBLIOGRAFIA SUPLEMENTARIA

SH, C. E. (1977) Beer. *BNF Nutrition Bulletin*, 19, 4(1): 24.

5. A. GRANT, W. and KENT, N. L. (1946) *Milling of Cereals in Germany*, B.L.O.S. Final Report No. 718, I. H.M.S.O., London.

6. B. and DICKIE, N. A. (1972) Distribution of ergosterol in fractions produced during peaking of barley. *J. Nutr. Med. Soc.* 59 (3): 377.

N. (1967) Quality in wheat and barley. *Ann. appl. Biol.*

J. J. C. (1962) Comparative morphology and biology of wheat and barley grains and the location of nutrients. *Recent Advances in the Processing of Cereals*, Soc. Chem. Ind. Publ. No. 16, Soc. Chem. Ind., London.

S. WADSWORTH, A. and DANIELS, N. W. R. (1976) A new brewing flour. *Brewery Quarterly*, 105 (3): 38.

R. and PASKOSE, J. D. F. (1980) The by-products of brewing. *Food Sci. Technol.* 12.

INSTITUTE OF BREWING

Making Barley. Institut für Brauerei, London.

KASARYAN, S. (1935) Milling and baking experiments with barley. *Northern Miller*, 182 (5): 469.

KENT, N. L. (1943) Some characteristics of barley. *Milling*, 101: 240.

LETTERS, R. (1973) Research and development trends in the Brewing Industry. *Mod. Brew.* 24: MS-8.

NATIONAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL BOTANY (1963) *Cereal Quality*, Farmers Leaflet No. 14, N.I.A.B. Cambridge.

PALMER, G. H. and BATHGATE, G. N. (1976) Malting and brewing. *Adv. in Cereal Sci. & Technol.*, POMERANZ, Y. (Ed.) Amer. Ass. Cereal Chem., St. Paul, Minn., U.S.A., page 237.

POMERANZ, Y., KE, H. and WARD, A. B. (1971) Composition and utilization of milled barley products. I. Gross composition of roller-milled and air-separated fractions. *Cereal Chem.* 48: 47.

SERREYEN, E. (1977) Processing the "cousins" of wheat for human food. Pt. 2. Barley and oats milling. *J. Flour & Mm. Fed. Milling*, March: 32.

YATES, S. (1979) World brewing methods and beer styles. *Chemistry Ind.* 887.

Ver tambien Bibliografia suplementaria — General (pág. 211).

CAPITULO 13

AVENA (1)

TRATAMIENTO DE LA AVENA

—El tratamiento de la avena en la factoría difiere del trigo a causa de la diferencia de estructura anatómica y de composición química entre los dos cereales, y porque los objetivos a los que se dedican ambos productos son diferentes; y ciertamente, la diferencia de objetivos es parcialmente consecuencia de las diferencias de composición química, por ejemplo:

1. La cáscara o escaballo del grano de avena, como el de cebada (ver pág. 160) es fuerte, fibrosa e incombible por el hombre. Es por tanto eliminado en un proceso especial de descascarillado, durante la fabricación de productos comestibles, para lo cual, solamente interesa la semilla. Por contraste, las glumas del trigo, que corresponden morfológicamente con la cáscara de la avena, se desprenden con facilidad en la trilla.
2. El salvado de avena es relativamente fino y de color pálido en comparación con el del trigo. Para la mayoría de los objetivos, la presencia de salvado tiene poco efecto perjudicial sobre la calidad de los productos triturados de avena. La harina de avena y las escamas de avena, se fabrican como la semola: es decir, el salvado no se separa del endospermo; como resultado, el proceso de molturación se simplifica considerablemente y aumenta el rendimiento de los productos. Este aumento de rendimiento es, por supuesto, contrarrestado por la gran proporción de cáscara que se descarta como subproducto. La eliminación del pericarpio, por ejemplo, por el procedimiento de pulimento húmedo (ver pag. 169), es sin embargo ventajoso en la obtención de alimentos infantiles de avena, ya que el contenido de fibra se reduce así en 30-40%.

3. La proteína del grano de avena, aunque no en inferior cantidad que en el de trigo, y como en este último compuesta por aminoácidos, no forma gluten cuando se la mezcla con agua. Por esto, la

La cosecha de avena (ver págs. 6 y 18) se emplea principalmente para alimentación de animales de granja. Una pequeña parte se muele para obtener artículos de la dieta humana: harina de avena para «porridge» y para cocer torra de avena, escamas de avena para «porridge», harina de avena para dietética infantil y para la fabricación de cereales listos para ser comidos y semola blanca para hacer «black puddings» (morticilla) — plato popular en los Midlands de Inglaterra.

En la Tabla 67 se muestra la utilización de la avena nacional en diferentes países.

En 1978, de un total de 148.000 t empleadas en el consumo humano e industrial en Gran Bretaña, los artículos de avena producidos en las factorías de Gran Bretaña ascendieron solamente a 46.000 t.

En la Tabla 68 se muestran los datos de consumo humano de productos de avena triturada, en algunos países, promedio de 1975-77.

—En general, el consumo de los productos de avena triturada, es muy pequeño en comparación con el consumo de los productos de trigo molido. Así, en los catore países que figuran en la Tabla 68, los números de consumo medio para los artículos de avena y de trigo son 3,0 y 59,5 kg/cabeza/año respectivamente. Este bajo nivel de consumo se puede considerar como índice de la relativamente menor importancia de los productos de avena triturada en la dieta humana.

1. Gran parte de la información de este capítulo procede de la Research Association of British Flour-Millers, St. Albans (RABFM) en conexión con un programa de trabajo para la Oatmeal Millers' Associations of England, Scotland and Northern Ireland (ahora British Oatmeal Millers' Association) durante el período de 1947-60. El RABFM se fusionó con British Baking Industries Research Association en 1967 para formar la Flour and Baking Research Association.

Consumo nacional de avena

País	Año	Consumo nacional total (millones de t)		Porcentajes del consumo total		Fuente de datos
		humano e industrial	Alimentación animal*	Consumo humano e industrial	Alimentación animal*	
CEE:						
Bel./Lux.	'79/80	0,241	2	96	2	1
Francia	'79/80	2,125	<1	96	4	1
Alemania, R. F.	'79/80	4,026	3	94	3	1
Italia	'79/80	0,540	—	92	8	1
Holanda	'79/80	0,089	6	92	2	1
Dinamarca	'79/80	0,204	11	85	4	1
Irlanda	'79/80	0,119	9	87	4	1
Gran Bretaña	'79/80	0,650	22	73	5	1
Australia	'78	0,873	4	80	16	2
Canadá	'78	3,802	2	94	4	2
Nueva Zelanda	'77	0,058	23	74	3	2
España	'78	0,437	<1	85	14	2
Suecia	'78	1,255	2	90	3	2
E.E.U.U.	'78	8,548	8	86	6	2

* Incluyendo desperdicios.
 Fuentes: 1. EUROSTAT, via H-GCA Cereal Statistics 1981.
 2. O.E.C.D., Food Consumption Statistics 1964-1978, Paris, 1981.

Tabla 68

Consumo de productos de avena molida, 1975-77 promedio (kg/cabeza/año)

Australia	1,3	Irlanda	2,4
Canadá	1,5	Corea, DPR	3,3
Dinamarca	2,5	Noruega	1,1
Islas Feroe	15,4	Suecia	1,8
Finlandia	2,4	Unión Soviética	1,1
Alemania, R. D.	3,7	Gran Bretaña	1,5
Islandia	2,2	E.E.U.U.	1,3

Fuente: F.A.O., Provisional Food Balance Sheets 1975-77, Roma, 1979.

la conservación de los artículos, y el tratamiento de la avena tiende a minimizar la posibilidad de enrañamiento.

Lipasa. El enzima lipasa presente en la avena cruda, se localiza casi totalmente en el pericarpio (las capas externas) del grano (Hutchinson *et al.*, 1951). La acción de la lipasa sobre la grasa de la avena —combinación de glicerol y ácidos grasos, principalmente oleico, linoleico y palmítico— (ver Tabla 20) es hidrolizable a glicerol y ácidos grasos libres (ver pág. 171).

La grasa de avena está distribuida por todo el endospermo, germen y capa de aleurona, siendo las dos últimas partes particularmente ricas. Poca grasa hay, si alguna, en el pericarpio.

En el grano intacto de la avena cruda, la lipasa y la grasa no están en contacto, ya que están en partes diferentes del grano, y por esto, la lipasa ejerce poco o ningún efecto sobre la grasa. La avena cruda y sana puede tener una actividad lipolítica potencial muy apreciable, pero mientras los granos permanezcan enteros, la lipasa está latente y la cantidad de ácidos grasos libres en los granos, no aumenta de forma marcada durante el almacenamiento. Los granos sanos de avena contienen normalmente un promedio de 6,7 % de la grasa en forma de ácidos libres.

na, o cuando se pone en contacto con la lipasa, la liberación de los ácidos grasos se acelera, dependiendo de este proceso en gran parte del grado de humedad, temperatura y finura de la molturación. En este aspecto el contenido de humedad es particularmente importante: la actividad de la lipasa es baja en la harina de avena almacenada con bajo contenido de humedad y a baja temperatura, pero es apreciable con 10 % o más de humedad.

Ácidos grasos libres. El glicerol es neutro y estable cuando se libera de la grasa de avena por hidrólisis; no da lugar a efectos perjudiciales. Sin embargo, la liberación lenta de ácidos grasos y sustancias relacionadas de la grasa de avena, va acompañada de la producción de amargor.

Al cocer tortas con harina de avena, grasa y agua, el agente esponjante frecuentemente utilizado es el

bicarbonato sódico CO₂HNa. Si en la harina están presentes ácidos grasos libres, reaccionan con el bicarbonato para formar las sales sódicas de los ácidos grasos o sea jabones. Las tortas resultantes tienden por esta razón a tener un sabor a jabón. La grasa añadida a la harina de avena para hacer las tortas, puede ser animal, como manteca de vaca, o grasa vegetal. Todos los tipos de grasa son compuestos de glicerol con los ácidos grasos, siendo estos los que varían de una grasa a otra. Es particularmente indeseable el uso de ciertas grasas vegetales, como el aceite de palma o de coco para la obtención de tortas de avena, ya que los ácidos de estas grasas son principalmente el láurico y el mirístico; el primero, cuando es liberado por la lipasa, tiene un desagradable sabor a jabón.

En la Figura 36 se presenta un resumen de los puntos principales que se relacionan con la actividad entre la lipasa y la grasa en la harina de avena y en la torta de avena.

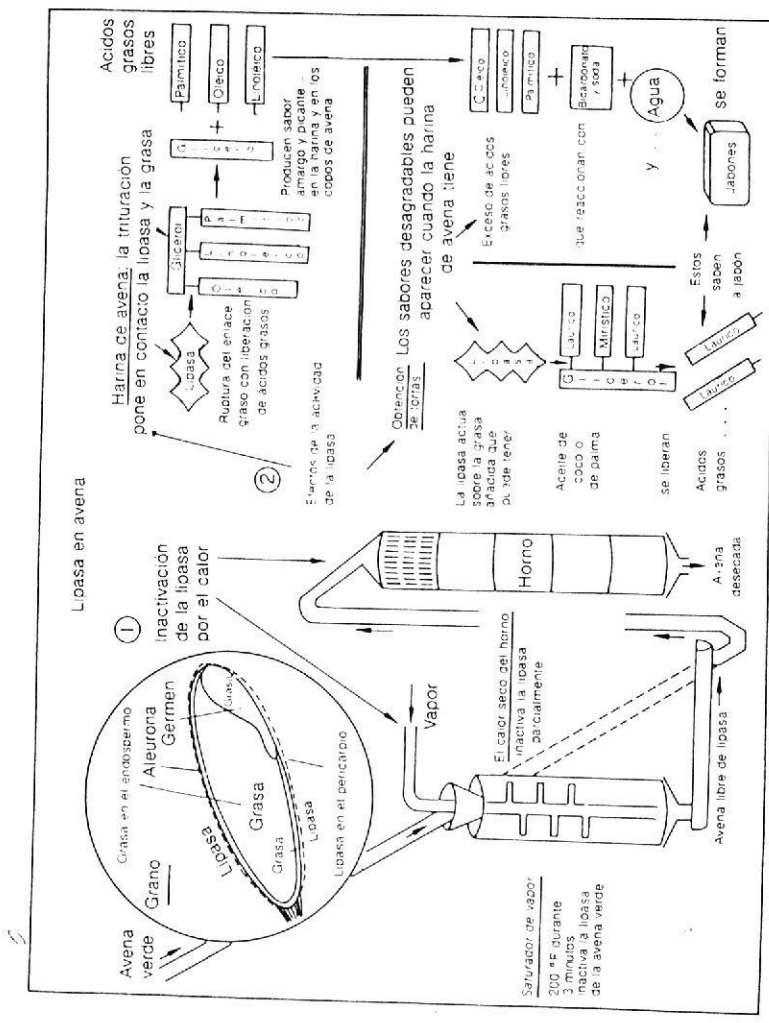


Fig. 36. Puntos principales de acción entre la lipasa y el enzima lipasa en la trituration de la avena y la fabricación de tortas de avena.

Calidad de la avena. La buena calidad en la avena, implica ausencia de granos germinados, ausencia de los efectos nocivos de la intemperie, ausencia de hongos, aspecto sano y ausencia de olores y sabores desagradables. Es de desear que la avena para moler tenga un contenido relativamente alto de grano, que la lipasa esté totalmente inactivada por estabilización y que la humedad no exceda del 15 % para almacenamiento corto y de 13 % para almacenamiento a largo plazo.

La avena para moler debe estar tan libre como sea posible de:

1. Granos atacados por el insecto mosca del trigo *Oscinella frit* L. Los granos atacados están ennegrecidos y reducidos a una condición pulverulenta. La avena sembrada tardamente está particularmente expuesta al ataque de este insecto.
2. Granos dobles, formados por una cascara que encierra una semilla más un grano completo de avena. El grano entero encerrado, frecuentemente se evade del proceso de descascarillado y aporta partículas incomedibles de la cascara como impureza, a los productos triturados.
3. Granos pequeños, formados por una cascara que encierra solamente una semilla rudimentaria. La presencia de estos granos rebaja el contenido de grano de la partida.

4. Granos desnudos, es decir, granos que han perdido prematuramente la cascara, por ejemplo, durante la trilla. Al estar desprovistos de la protección apropiada por la cascara, las semillas desnudas se decoloran y quemán en el horno y aportan partículas decoloradas al producto triturado.

Operaciones de trituración

La secuencia de operaciones para triturar la avena, que se ilustra en la Figura 37, se puede resumir como sigue:

1. Limpieza.
2. Estabilización.
3. Secado en horno.
4. Clasificación por longitud.
5. Descascarillado.
6. Corte.
7. Trituración (para la harina y sémola de avena).
8. Tratamiento con vapor y laminado (para la avena en escamas).

y los diferentes tipos de granos de avena no productivos que se enumeraron anteriormente. Los procedimientos y máquinas que se utilizan, son similares a los descritos para la limpieza del trigo (Cap. 6), a saber: discos alveolados y triarboles, aspiradores, cribas y separadores electrostáticos.

Estabilización. La avena limpia se estabiliza para inactivar la lipasa, ya que ésta no es útil en los productos triturados. La lipasa se puede inactivar por tratamiento térmico bajo ciertas condiciones o por tratamiento con ácidos. La inactivación por calor es más rápida cuando el contenido de humedad es alto; los mejores resultados se obtienen tratando la avena cruda con vapor, antes de ser secada en el horno. Este proceso fue adoptado a causa del indeseable contenido en ácidos grasos libres hallado con frecuencia en las harinas molidas de avenas no tratadas con vapor. En la avena en escamas (ver más adelante) normalmente no se desarrollan ácidos grasos libres, porque el proceso de tratamiento de la harina al vapor suele bastar para inactivar la lipasa.

En el proceso de estabilización se eleva rápidamente la temperatura de la avena, que contiene 14-20 % de humedad, hasta 96-100 °C (205-212 °F) inyectando vapor de agua a presión atmosférica y manteniéndola a esa temperatura durante 2-3 minutos controlando el paso de vapor. El proceso de estabilización, además de inactivar la lipasa y la mayor parte de los otros enzimas presentes e indeseables, parece que tiene un efecto beneficioso sobre el sabor y la resistencia al enranciamiento por oxidación.

Para comprobar si la inactivación de la lipasa es completa, se puede practicar el ensayo del tetrazolilo (ver pág. 69). Si después de la estabilización se produce una coloración roja con este ensayo, en el extremo del grano donde está el germen, se deduce que el tratamiento térmico fue insuficiente para inactivar el enzima dehidrogenasa y que probablemente, otros enzimas, en particular la lipasa, pueden haber sobrevivido también. Si después de la estabilización, la avena muestra actividad lipásica residual, se puede reducir el paso de vapor (dando el tratamiento más largo), o se puede aumentar la presión del vapor (produciendo el calentamiento más rápido). Se debe evitar llevar el tratamiento con vapor más allá de lo necesario para la inactivación enzimática, pues el tratamiento térmico puede inducir a la oxidación de las grasas, lo que da por resultado el enranciamiento oxidativo (ver pág. 36).

Un enfoque diferente del problema de la lipasa,

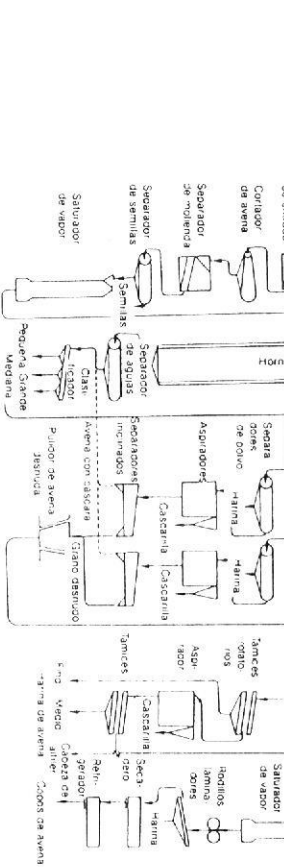


Fig. 37. Esquema de operaciones para la obtención de harina y copos de avena.

es el proceso de pulimento húmedo (Martin, 1954) en el cual los granos se restringen vigorosamente mientras están sumergidos en agua o en un ácido diluido (por ejemplo, ClH decinormal). Con este tratamiento se elimina un 95 % del pericarpio (y la lipasa con él), solamente queda inaceptable la parte que queda incluida muy profundamente en el surco. La eliminación del pericarpio también mejora el color (el pericarpio es la capa coloreada de los granos) y reduce la fibra cruda de los productos molidos.

Desecación en horno. Tras la estabilización se deseca la avena hasta un 4.8 % de humedad. El método antiguo tradicional de secado era un proceso discontinuo en horno de bóveda plana. El procedimiento podría tener muchas desventajas, pero produciría un sabor en la avena raramente igualado por otros procedimientos.

Hoy día, suele desecarse en el horno continuo de tipo Walkworth, en el cual se hace circular aire caliente por una zona anular por donde descienden lentamente los granos de avena. Se calienta el aire por combustión de un combustible sólido o gaseoso o por otro medio, y si se lleva directamente el aire desde el quemador, surge la posibilidad de contaminación de la avena por los productos de la combustión. Esta posibilidad se elimina si se calienta el aire indirectamente.

- Los objetivos de la desecación en horno son:
1. Reducir el grado de humedad a un nivel satisfactorio: 15 % para el almacenamiento, 13 % para el comercio internacional, 6 % para molitura inmediata.
 2. Facilitar el subsiguiente descascarillado de la avena por aumentar la fragilidad de las cubiertas.

3. Producir un sabor característico en la avena, frecuentemente descrito como «a nuces».

Antes de la adopción de la estabilización (hacia 1950), se confiaba para la reducción de la actividad lipolítica en el proceso del horneado. Es improbable que se consiguiera la inactivación completa; la temperatura necesaria para inactivar el 97 % de la lipasa de la avena aumenta desde 64.4 °C (148 °F) con 20 % de humedad a 82 °C (180 °F) con 12 % de humedad y a 104 °C (219 °F) con 8 %. Durante el horneado, la temperatura de la avena suele rebajar los 90.5 °C (195 °F), pero cuando se ha alcanzado esta temperatura, la humedad ha bajado a menos de 12 %, de forma que no llegan a alcanzarse las condiciones necesarias para la inactivación completa.

Las condiciones óptimas para el desarrollo de sabor, consisten en una desecación suave del grano hasta un 8 % de humedad con temperatura del grano que no pase de 80 °C (175 °F), seguida por una corta tostación de unos 20 minutos en corriente de aire a 149 °C (300 °F) para reducir la humedad a un 5 %. El desarrollo de sabor no tiene que ver con variaciones en la composición química de la avena y no es debida a sustancias volátiles derivadas del combustible ni a ningún constituyente derivado de la cascara. La estabilización no afecta adversamente al desarrollo del sabor durante el subsiguiente horneado (Moran *et al.*, 1954). La uniformidad de cada grano en el tratamiento del horno, es un requisito importante, pero difícil de conseguir en la práctica. Los granos que quedaron menos afectados en el horno, no aportan sabor, mientras que aquellos supertratados, aportan un sabor indeseable y si hay muchos, pueden estropear el lote completo.

Tabla 69

Composición química de los productos de avena triturada

Artículo	Humedad (%)	Proteína (N x 5.7) (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)	Fibra cruda (%)	Hidratos de carbono (%)
Harina gruesa de avena	8,8	11,8	6,8	1,9	1,1	68,4
Copos de avena	0,1	12,0	6,8	1,8	0,9	67,2
Harina de avena	9,3	12,9	7,2	1,8	1,0	66,6

sión de proteína casi pura, necesitaría por tanto un tamaño extremadamente fino: menor de 2 μ m.

VALOR NUTRITIVO

En la Tabla 69 aparece la composición química de los artículos de avena molida.

La composición de aminoácidos de la proteína de avena (ver Tabla 19, págs. 37) demuestra que la proteína de avena es de interés nutritivo superior a la de otros granos de cereal. Además, la relación negativa entre contenido proteico y concentración de lisina en la proteína (ver págs. 34) tiene una corrección relativamente baja que indica que un aumento de contenido proteico en la avena, no necesita ir acompañado por una disminución de lisina en la proteína, como ocurre en otros muchos cereales.

El contenido en vitamina B₁ de la harina de avena es de unos 5 μ g/g (Paul y Southgate, 1978). Holman y Godden (1947) establecen los márgenes de 3,6-6,0 μ g/g (media 4,7) de vitamina B₁ en los granos de avena cultivada en Escocia. Para las avenas

Tabla 70

Contenidos de nicotina y riboflavina en avena y sus derivados

Material	Nicotina (μ g/g)	Riboflavina (μ g/g)	Fuente de datos*
Grano intacto	6,8	1,3	1
Grano limpio	7,2	1,5	1
Avena laminada	10,0	1,5	3
Harina de avena	7,2	1,1	2
Cascarilla	4,5	1,0	1

* 1. Shaw (1953). 2. Hellstrom y Andersson (1953). 3. Souci et al. (1979).

Tabla 71

Composición química de los subproductos de la molienda de la avena

Material	Humedad (%)	Proteína* (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Fibra cruda (%)	Almidón (%)	Indeter- minado (%)
Cascarilla	4,6	1,3	0,4	4,3	36,1	0,9	52,4
Polvo de avena	5,4	10,0	4,5	6,0	21,6	10,0	42,5
Harina de semillas	8,2	7,9	3,5	2,8	17,2	26,4	34,0
Harina pienso	8,0	3,4	1,5	3,7	30,0	5,7	47,7

* N x 6,25.

La harina de semillas está formada por fragmentos del grano y brizas de cascarilla en proporciones aproximadamente iguales.

Utilización. El polvo de avena y la harina de semillas tienen un valor nutritivo apreciable y se utilizan en la alimentación animal.

La harina de semillas se utiliza también para preparar el «sowens» (plato típico escocés). Se empaqueta el producto en agua y se deja que fermente durante varios días hasta ponerse ácida. Se exprime el líquido por una muela y se eliminan los sólidos entre los que se encuentra la cascarilla.

Hasta 1939, la cascarilla de avena se utilizaba como combustible en los hornos de avena. Durante la segunda guerra mundial, se trituraba para hacer harina de cascarilla, o en mezcla con otros subproductos de la trituración, se obtenía harina de avena para pienso, alimento de bajo valor nutritivo para rumiantes.

Utilización industrial. La cascarilla de avena se utiliza como materia prima para la obtención de furfural, de donde se consigue con rendimientos de 10-14 %. Con este objeto, en los EE.UU., han estado en funcionamiento plantas en Cedar Rapids, Iowa; Memphis, Tenn.; y Omaha, Neb. También se utiliza la cascarilla de avena como adyuvante de filtración en las fábricas de cerveza, donde se mezcla con la malta triturada en la cuba de fermentación (ver págs. 159) con el fin de mantener un lecho poroso. Otros usos industriales incluyen: diluyente o relleno en el linoleum; como cama en las granjas avícolas y como abrasivo en chorro de aire para eliminar aceite y productos de corrosión de las piezas metálicas mecanizadas.

REFERENCIAS

ANON. (1970). *Cereal specifications*. Milling, Oct. 16.
 CLUCKEY, J. E., WU, Y. V., WALKER, J. S. and INGLET, G. E. (1973).
 Oat protein concentrates from a wet-milling process: Preparation. *Cereal Chem.* 50: 475.

Composición química de los subproductos de la molienda de la avena

Material	Humedad (%)	Proteína* (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Fibra cruda (%)	Almidón (%)	Indeter- minado (%)
Cascarilla	4,6	1,3	0,4	4,3	36,1	0,9	52,4
Polvo de avena	5,4	10,0	4,5	6,0	21,6	10,0	42,5
Harina de semillas	8,2	7,9	3,5	2,8	17,2	26,4	34,0
Harina pienso	8,0	3,4	1,5	3,7	30,0	5,7	47,7

* N x 6,25.

La harina de semillas está formada por fragmentos del grano y brizas de cascarilla en proporciones aproximadamente iguales.

Utilización. El polvo de avena y la harina de semillas tienen un valor nutritivo apreciable y se utilizan en la alimentación animal.

La harina de semillas se utiliza también para preparar el «sowens» (plato típico escocés). Se empaqueta el producto en agua y se deja que fermente durante varios días hasta ponerse ácida. Se exprime el líquido por una muela y se eliminan los sólidos entre los que se encuentra la cascarilla.

Hasta 1939, la cascarilla de avena se utilizaba como combustible en los hornos de avena. Durante la segunda guerra mundial, se trituraba para hacer harina de cascarilla, o en mezcla con otros subproductos de la trituración, se obtenía harina de avena para pienso, alimento de bajo valor nutritivo para rumiantes.

Utilización industrial. La cascarilla de avena se utiliza como materia prima para la obtención de furfural, de donde se consigue con rendimientos de 10-14 %. Con este objeto, en los EE.UU., han estado en funcionamiento plantas en Cedar Rapids, Iowa; Memphis, Tenn.; y Omaha, Neb. También se utiliza la cascarilla de avena como adyuvante de filtración en las fábricas de cerveza, donde se mezcla con la malta triturada en la cuba de fermentación (ver págs. 159) con el fin de mantener un lecho poroso. Otros usos industriales incluyen: diluyente o relleno en el linoleum; como cama en las granjas avícolas y como abrasivo en chorro de aire para eliminar aceite y productos de corrosión de las piezas metálicas mecanizadas.

REFERENCIAS

ANON. (1970). *Cereal specifications*. Milling, Oct. 16.
 CLUCKEY, J. E., WU, Y. V., WALKER, J. S. and INGLET, G. E. (1973).
 Oat protein concentrates from a wet-milling process: Preparation. *Cereal Chem.* 50: 475.

Composición química de los subproductos de la molienda de la avena

Material	Humedad (%)	Proteína* (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Fibra cruda (%)	Almidón (%)	Indeter- minado (%)
Cascarilla	4,6	1,3	0,4	4,3	36,1	0,9	52,4
Polvo de avena	5,4	10,0	4,5	6,0	21,6	10,0	42,5
Harina de semillas	8,2	7,9	3,5	2,8	17,2	26,4	34,0
Harina pienso	8,0	3,4	1,5	3,7	30,0	5,7	47,7

* N x 6,25.

La harina de semillas está formada por fragmentos del grano y brizas de cascarilla en proporciones aproximadamente iguales.

Utilización. El polvo de avena y la harina de semillas tienen un valor nutritivo apreciable y se utilizan en la alimentación animal.

La harina de semillas se utiliza también para preparar el «sowens» (plato típico escocés). Se empaqueta el producto en agua y se deja que fermente durante varios días hasta ponerse ácida. Se exprime el líquido por una muela y se eliminan los sólidos entre los que se encuentra la cascarilla.

Hasta 1939, la cascarilla de avena se utilizaba como combustible en los hornos de avena. Durante la segunda guerra mundial, se trituraba para hacer harina de cascarilla, o en mezcla con otros subproductos de la trituración, se obtenía harina de avena para pienso, alimento de bajo valor nutritivo para rumiantes.

Utilización industrial. La cascarilla de avena se utiliza como materia prima para la obtención de furfural, de donde se consigue con rendimientos de 10-14 %. Con este objeto, en los EE.UU., han estado en funcionamiento plantas en Cedar Rapids, Iowa; Memphis, Tenn.; y Omaha, Neb. También se utiliza la cascarilla de avena como adyuvante de filtración en las fábricas de cerveza, donde se mezcla con la malta triturada en la cuba de fermentación (ver págs. 159) con el fin de mantener un lecho poroso. Otros usos industriales incluyen: diluyente o relleno en el linoleum; como cama en las granjas avícolas y como abrasivo en chorro de aire para eliminar aceite y productos de corrosión de las piezas metálicas mecanizadas.

REFERENCIAS

ANON. (1970). *Cereal specifications*. Milling, Oct. 16.
 CLUCKEY, J. E., WU, Y. V., WALKER, J. S. and INGLET, G. E. (1973).
 Oat protein concentrates from a wet-milling process: Preparation. *Cereal Chem.* 50: 475.

Composición química de los subproductos de la molienda de la avena

Material	Humedad (%)	Proteína* (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Fibra cruda (%)	Almidón (%)	Indeter- minado (%)
Cascarilla	4,6	1,3	0,4	4,3	36,1	0,9	52,4
Polvo de avena	5,4	10,0	4,5	6,0	21,6	10,0	42,5
Harina de semillas	8,2	7,9	3,5	2,8	17,2	26,4	34,0
Harina pienso	8,0	3,4	1,5	3,7	30,0	5,7	47,7

* N x 6,25.

La harina de semillas está formada por fragmentos del grano y brizas de cascarilla en proporciones aproximadamente iguales.

Utilización. El polvo de avena y la harina de semillas tienen un valor nutritivo apreciable y se utilizan en la alimentación animal.

La harina de semillas se utiliza también para preparar el «sowens» (plato típico escocés). Se empaqueta el producto en agua y se deja que fermente durante varios días hasta ponerse ácida. Se exprime el líquido por una muela y se eliminan los sólidos entre los que se encuentra la cascarilla.

Hasta 1939, la cascarilla de avena se utilizaba como combustible en los hornos de avena. Durante la segunda guerra mundial, se trituraba para hacer harina de cascarilla, o en mezcla con otros subproductos de la trituración, se obtenía harina de avena para pienso, alimento de bajo valor nutritivo para rumiantes.

Utilización industrial. La cascarilla de avena se utiliza como materia prima para la obtención de furfural, de donde se consigue con rendimientos de 10-14 %. Con este objeto, en los EE.UU., han estado en funcionamiento plantas en Cedar Rapids, Iowa; Memphis, Tenn.; y Omaha, Neb. También se utiliza la cascarilla de avena como adyuvante de filtración en las fábricas de cerveza, donde se mezcla con la malta triturada en la cuba de fermentación (ver págs. 159) con el fin de mantener un lecho poroso. Otros usos industriales incluyen: diluyente o relleno en el linoleum; como cama en las granjas avícolas y como abrasivo en chorro de aire para eliminar aceite y productos de corrosión de las piezas metálicas mecanizadas.

REFERENCIAS

ANON. (1970). *Cereal specifications*. Milling, Oct. 16.
 CLUCKEY, J. E., WU, Y. V., WALKER, J. S. and INGLET, G. E. (1973).
 Oat protein concentrates from a wet-milling process: Preparation. *Cereal Chem.* 50: 475.

Composición química de los subproductos de la molienda de la avena

Material	Humedad (%)	Proteína* (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Fibra cruda (%)	Almidón (%)	Indeter- minado (%)
Cascarilla	4,6	1,3	0,4	4,3	36,1	0,9	52,4
Polvo de avena	5,4	10,0	4,5	6,0	21,6	10,0	42,5
Harina de semillas	8,2	7,9	3,5	2,8	17,2	26,4	34,0
Harina pienso	8,0	3,4	1,5	3,7	30,0	5,7	47,7

* N x 6,25.

La harina de semillas está formada por fragmentos del grano y brizas de cascarilla en proporciones aproximadamente iguales.

Utilización. El polvo de avena y la harina de semillas tienen un valor nutritivo apreciable y se utilizan en la alimentación animal.

La harina de semillas se utiliza también para preparar el «sowens» (plato típico escocés). Se empaqueta el producto en agua y se deja que fermente durante varios días hasta ponerse ácida. Se exprime el líquido por una muela y se eliminan los sólidos entre los que se encuentra la cascarilla.

Hasta 1939, la cascarilla de avena se utilizaba como combustible en los hornos de avena. Durante la segunda guerra mundial, se trituraba para hacer harina de cascarilla, o en mezcla con otros subproductos de la trituración, se obtenía harina de avena para pienso, alimento de bajo valor nutritivo para rumiantes.

Utilización industrial. La cascarilla de avena se utiliza como materia prima para la obtención de furfural, de donde se consigue con rendimientos de 10-14 %. Con este objeto, en los EE.UU., han estado en funcionamiento plantas en Cedar Rapids, Iowa; Memphis, Tenn.; y Omaha, Neb. También se utiliza la cascarilla de avena como adyuvante de filtración en las fábricas de cerveza, donde se mezcla con la malta triturada en la cuba de fermentación (ver págs. 159) con el fin de mantener un lecho poroso. Otros usos industriales incluyen: diluyente o relleno en el linoleum; como cama en las granjas avícolas y como abrasivo en chorro de aire para eliminar aceite y productos de corrosión de las piezas metálicas mecanizadas.

REFERENCIAS

ANON. (1970). *Cereal specifications*. Milling, Oct. 16.
 CLUCKEY, J. E., WU, Y. V., WALKER, J. S. and INGLET, G. E. (1973).
 Oat protein concentrates from a wet-milling process: Preparation. *Cereal Chem.* 50: 475.

Composición química de los subproductos de la molienda de la avena

Material	Humedad (%)	Proteína* (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Fibra cruda (%)	Almidón (%)	Indeter- minado (%)
Cascarilla	4,6	1,3	0,4	4,3	36,1	0,9	52,4
Polvo de avena	5,4	10,0	4,5	6,0	21,6	10,0	42,5
Harina de semillas	8,2	7,9	3,5	2,8	17,2	26,4	34,0
Harina pienso	8,0	3,4	1,5	3,7	30,0	5,7	47,7

* N x 6,25.

La harina de semillas está formada por fragmentos del grano y brizas de cascarilla en proporciones aproximadamente iguales.

Utilización. El polvo de avena y la harina de semillas tienen un valor nutritivo apreciable y se utilizan en la alimentación animal.

La harina de semillas se utiliza también para preparar el «sowens» (plato típico escocés). Se empaqueta el producto en agua y se deja que fermente durante varios días hasta ponerse ácida. Se exprime el líquido por una muela y se eliminan los sólidos entre los que se encuentra la cascarilla.

Hasta 1939, la cascarilla de avena se utilizaba como combustible en los hornos de avena. Durante la segunda guerra mundial, se trituraba para hacer harina de cascarilla, o en mezcla con otros subproductos de la trituración, se obtenía harina de avena para pienso, alimento de bajo valor nutritivo para rumiantes.

Utilización industrial. La cascarilla de avena se utiliza como materia prima para la obtención de furfural, de donde se consigue con rendimientos de 10-14 %. Con este objeto, en los EE.UU., han estado en funcionamiento plantas en Cedar Rapids, Iowa; Memphis, Tenn.; y Omaha, Neb. También se utiliza la cascarilla de avena como adyuvante de filtración en las fábricas de cerveza, donde se mezcla con la malta triturada en la cuba de fermentación (ver págs. 159) con el fin de mantener un lecho poroso. Otros usos industriales incluyen: diluyente o relleno en el linoleum; como cama en las granjas avícolas y como abrasivo en chorro de aire para eliminar aceite y productos de corrosión de las piezas metálicas mecanizadas.

REFERENCIAS

ANON. (1970). *Cereal specifications*. Milling, Oct. 16.
 CLUCKEY, J. E., WU, Y. V., WALKER, J. S. and INGLET, G. E. (1973).
 Oat protein concentrates from a wet-milling process: Preparation. *Cereal Chem.* 50: 475.

Composición química de los subproductos de la molienda de la avena

Material	Humedad (%)	Proteína* (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Fibra cruda (%)	Almidón (%)	Indeter- minado (%)
Cascarilla	4,6	1,3	0,4	4,3	36,1	0,9	52,4
Polvo de avena	5,4	10,0	4,5	6,0	21,6	10,0	42,5
Harina de semillas	8,2	7,9	3,5	2,8	17,2	26,4	34,0
Harina pienso	8,0	3,4	1,5	3,7	30,0	5,7	47,7

* N x 6,25.

La harina de semillas está formada por fragmentos del grano y brizas de cascarilla en proporciones aproximadamente iguales.

Utilización. El polvo de avena y la harina de semillas tienen un valor nutritivo apreciable y se utilizan en la alimentación animal.

La harina de semillas se utiliza también para preparar el «sowens» (plato típico escocés). Se empaqueta el producto en agua y se deja que fermente durante varios días hasta ponerse ácida. Se exprime el líquido por una muela y se eliminan los sólidos entre los que se encuentra la cascarilla.

Hasta 1939, la cascarilla de avena se utilizaba como combustible en los hornos de avena. Durante la segunda guerra mundial, se trituraba para hacer harina de cascarilla, o en mezcla con otros subproductos de la trituración, se obtenía harina de avena para pienso, alimento de bajo valor nutritivo para rumiantes.

Utilización industrial. La cascarilla de avena se utiliza como materia prima para la obtención de furfural, de donde se consigue con rendimientos de 10-14 %. Con este objeto, en los EE.UU., han estado en funcionamiento plantas en Cedar Rapids, Iowa; Memphis, Tenn.; y Omaha, Neb. También se utiliza la cascarilla de avena como adyuvante de filtración en las fábricas de cerveza, donde se mezcla con la malta triturada en la cuba de fermentación (ver págs. 159) con el fin de mantener un lecho poroso. Otros usos industriales incluyen: diluyente o relleno en el linoleum; como cama en las granjas avícolas y como abrasivo en chorro de aire para eliminar aceite y productos de corrosión de las piezas metálicas mecanizadas.

REFERENCIAS

ANON. (1970). *Cereal specifications*. Milling, Oct. 16.
 CLUCKEY, J. E., WU, Y. V., WALKER, J. S. and INGLET, G. E. (1973).
 Oat protein concentrates from a wet-milling process: Preparation. *Cereal Chem.* 50: 475.

Composición química de los subproductos de la molienda de la avena

Material	Humedad (%)	Proteína* (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Fibra cruda (%)	Almidón (%)	Indeter- minado (%)
Cascarilla	4,6	1,3	0,4	4,3	36,1	0,9	52,4
Polvo de avena	5,4	10,0	4,5	6,0	21,6	10,0	42,5
Harina de semillas	8,2	7,9	3,5	2,8	17,2	26,4	34,0
Harina pienso	8,0	3,4	1,5	3,7	30,0	5,7	47,7

* N x 6,25.

La harina de semillas está formada por fragmentos del grano y brizas de cascarilla en proporciones aproximadamente iguales.

Utilización. El polvo de avena y la harina de semillas tienen un valor nutritivo apreciable y se utilizan en la alimentación animal.

La harina de semillas se utiliza también para preparar el «sowens» (plato típico escocés). Se empaqueta el producto en agua y se deja que fermente durante varios días hasta ponerse ácida. Se exprime el líquido por una muela y se eliminan los sólidos entre los que se encuentra la cascarilla.

Hasta 1939, la cascarilla de avena se utilizaba como combustible en los hornos de avena. Durante la segunda guerra mundial, se trituraba para hacer harina de cascarilla, o en mezcla con otros subproductos de la trituración, se obtenía harina de avena para pienso, alimento de bajo valor nutritivo para rumiantes.

Utilización industrial. La cascarilla de avena se utiliza como materia prima para la obtención de furfural, de donde se consigue con rendimientos de 10-14 %. Con este objeto, en los EE.UU., han estado en funcionamiento plantas en Cedar Rapids, Iowa; Memphis, Tenn.; y Omaha, Neb. También se utiliza la cascarilla de avena como adyuvante de filtración en las fábricas de cerveza, donde se mezcla con la malta triturada en la cuba de fermentación (ver págs. 159) con el fin de mantener un lecho poroso. Otros usos industriales incluyen: diluyente o relleno en el linoleum; como cama en las granjas avícolas y como abrasivo en chorro de aire para eliminar aceite y productos de corrosión de las piezas metálicas mecanizadas.

REFERENCIAS

ANON. (1970). *Cereal specifications*. Milling, Oct. 16.
 CLUCKEY, J. E., WU, Y. V., WALKER, J. S. and INGLET, G. E. (1973).
 Oat protein concentrates from a wet-milling process: Preparation. *Cereal Chem.* 50: 475.

Composición química de los subproductos de la molienda de la avena

Material

de avena de los copos de avena, siguen un método discontinuo de horneado que es intermedio entre el de bveda plana y el de Walworth. Calientan la avena hasta una temperatura establecida y por un tiempo dado en una bandeja con agitación constante. En algunos casos, la avena desciende por una serie de bandejas calentadas progresivamente a temperaturas cada vez mayores. Se estima que el producto es más uniforme por este método que el del horno de Walworth.

Proceso de descascarillado en seco. En el procedimiento de descascarillado convencional en seco, que es el que siguen la mayoría de las factorías de Gran Bretaña, la avena secada al horno, pasa entre una pareja de piedras grandes circulares, una de las cuales es estacionaria y la otra puede girar. Las piedras están separadas por una distancia ligeramente inferior a la longitud del grano de avena; los granos se revuelven y al final la cáscara se divide en finas espinitas. El ajuste cuidadoso de la máquina y la selección de la avena antes del descascarillado, de forma que la máquina se alimente con granos de longitud uniforme, aseguran el mínimo de granos rotos.

Las espinitas de la cáscara se separan del grano por aspiración. Como el proceso de descascarillado no es eficaz por regla general al 100 %, los granos que quedan con la cáscara se separan en un separador de plano inclinado (ver pág. 185), este hace que los granos de sémola y los de avena se muevan en direcciones opuestas aprovechando la diferencia de peso específico y la resiliencia (o rebote) entre la avena y la sémola. La avena no descascarillada se devuelve a la etapa de descascarillado.

Proceso de descascarillado en verde. En este procedimiento, después de estabilizar la avena con vapor, se descascarillan los granos con su contenido natural de humedad, o sea 14-18 % en máquinas de impacto como la Murrmac, en la que se obliga a que los granos choquen a gran velocidad contra una placa dura revestida de material abrasivo. Las cubiertas se separan de los granos por aspiración del modo normal y luego se secan al horno los granos desmenuados. Esto es una complicación, porque las altas temperaturas que se encontraron necesarias para el desarrollo de sabor durante el horneado de la avena (ver pág. 169), son muy poco adecuadas para secar al horno los granos desmenuados; estos ya no tienen la protección que ofrece la cáscara como en el caso de la avena entera, y se quemaría y se deterioraría con tan alta temperatura. Por otra parte, el

tura y con baja humedad podría conducir a que se estableciera el enranciamiento oxidativo. Como resultado de estas limitaciones, estos granos desmenuados se secan al horno a temperaturas algo más bajas que las utilizadas para la avena intacta y el producto queda desprovisto del típico sabor de la avena. El sabor de los productos de avena que han sufrido el proceso de descascarillado en verde, frecuentemente descrito como «suave» resulta insipido a los paladares familiarizados con los productos obtenidos por el procedimiento convencional.

El horneado a alta temperatura de la avena, facilita la siguiente inactivación de la lipasa residual por el vapor en el proceso térmico al que se someten los granos de sémola antes de prensarlos, mientras que se necesita un tratamiento más severo con el vapor para inactivar la lipasa en el caso de productos hechos por el procedimiento de descascarillado en verde, en el que se adoptan temperaturas más bajas en el horno.

Proceso de descascarillado húmedo. Este procedimiento, inventado por Hamring (1950) es básicamente similar al procedimiento «verde» por ser un método con impacto, pero difiere de él en que primeramente se humedece la avena hasta 22 % o más de humedad antes del descascarillado. La mezcla de granos desmenuados, cubiertas y granos enteros se seca antes de separar los componentes. Se reduce la disminución de las fracturas de los granos desmenuados por la humectación preliminar y el aumento de la eficacia del descascarillado, en relación con la operación en verde, pero las comprobaciones han demostrado que la eficacia del descascarillado no pasó del 90 %.

Pulimento. Los granos descascarillados se cepillan o restregan para desprender los finos pelos que cubren gran parte de su superficie. Los pelos se eliminan tamizando y por aspiración y forman parte del subproducto llamado «polvo de avena» (ver pág. 172).

Corte. Los granos pulimentados se cortan transversalmente, generalmente con un tambor cortador. Cada grano se divide en cuatro o cinco trozos llamados «harina de cabeza de alfiler» con peso medio de 6 mg cada pieza. El proceso de corte produce una pequeña cantidad de harina que se separa por cernido y se utiliza para fabricar galletas para perros.

Trituración. En la harina de cabeza de alfiler se practican cortes más finos de harina de avena («me-

posteriormente.

La harina de avena es casi integral 100 % en términos de granos desnudos. El grado de extracción de la harina, tomando como base el grano completo, es considerablemente inferior a causa de la eliminación de la cascarrilla (un 29 %) y de la pérdida de humedad por la desecación en el horno (un 16 %). El grado medio de extracción de los productos molidos de avena, oscila de 46 a 63 % en 16 países, con una media de 55 %.

Elaboración de los copos de avena. Los copos u hojuelas de avena para la preparación rápida del «porridge» se obtienen con la harina de «cabeza de alfiler» (y a veces con los granos desnudos sin trocear) hirviendo los gránulos en un hervidor, preensando el producto mientras está caliente, humedeciendo y plástico entre fuertes rodillos y secando las hojuelas formadas. Estas se enfrían en corriente de aire frío y se ciernen para eliminar partículas harinosas, antes de empaquetar. La harina de avena se empaqueta con 8-10 % de humedad. Los copos con 10,5 %.

El trabajo doméstico necesario para convertir las hojuelas de avena en porridge, depende en gran manera del proceso de troceado, del tratamiento con vapor y del prensado, los cuales están interrelacionados. El tamaño de la partícula de sémola condiciona la penetración de humedad en el hervidor; las partículas más pequeñas se humedecerán más profundamente que las partículas grandes en el proceso térmico, y por esto, el almidón se gelificará en mayor grado y la partícula de «cabeza de alfiler» tratada por vapor estará más blanda. Para una presión dada de los rodillos en la etapa de laminación, este aumento de blandura traerá consigo la producción de hojuelas más finas a partir de las partículas más finas. Durante la preparación del porridge, las hojuelas más finas se prepararán más rápidamente que las más gruesas porque la penetración de la humedad es más rápida.

Las hojuelas finas, normalmente serán más frágiles que las gruesas y se romperán con más facilidad en el transporte. Sin embargo, las escamas finas pueden fortalecerse, aumentando la humedad de las partículas que van al hervidor, se aumenta así el grado de gelificación del almidón. El almidón gelificado tiene la cualidad de ser adherente, y las hojuelas muy finas, laminadas de partículas pequeñas de harina, altamente gelificadas pueden ser sorprendentemente fuertes.

El espesor medio de las escamas de avena comerciales es generalmente de 0,30-0,38 mm (0,012-0,015

puigaas); si se ensayan con el colorante Rojo Congo (que colorea solamente los gránulos gelificados y dañados, ver pág. 117), un 30 % de los granos de almidón de los copos de avena, aparecen gelificados.

Especificaciones para los copos y harina de avena. Las pruebas de calidad para los productos de avena triturada están constituidas por: determinación de humedad, de fibra cruda, de ácidos grasos libres y de actividad lipásica. Se recomienda una especificación con 5 % máximo de acidez (ver pág. 167) debida a ácidos grasos libres (calculada en ácido oleico y expresada en porcentaje de la grasa) y respuesta nula a la actividad lipásica. Se sugieren otros ensayos para el arsénico (que podría proceder del combustible utilizado en el horno), el plomo, y el cobre (que catalizan la oxidación de la grasa) (Anon., 1970).

Avena blanca. Este producto, que se emplea en las morcillas y en el «haggis», se obtiene humedeciendo los granos desnudos de avena y sometiendo a un vigoroso restregamiento en un pulidor de cebada o máquina de perlar antes de que haya penetrado profundamente la humedad en los granos. También se pueden restregar los granos desmenuados antes de la humectación preliminar. En este proceso se elimina una parte del pericarpio. También se produce una cierta cantidad de fracturas que liberan harina de avena; ésta se queda adherida a los granos (si no se pretende eliminarla) con lo que estos adquieren un aspecto blanquecino. Con este procedimiento, el pericarpio se elimina mucho menos eficazmente que con el frotamiento húmedo (ver pág. 170).

La harina de avena se obtiene triturando el granulado más grueso con piedra y cribando el material fino. La harina de avena se obtiene también como subproducto del troceado de los granos desmenuados.

La harina de avena se destina a alimentos infantiles (ver pág. 165) y a cereales de desayuno listos para ser consumidos (ver pág. 145).

Se ha descrito (Cluskey *et al.*, 1973) un procedimiento para la separación de un concentrado de proteína por clasificación en corriente de aire de la harina de avena (ver pág. 97). Se obtuvo una fracción ultrafina con 85-88 % de contenido proteico ($N \times 6,25$, base seca) que comprendía 2,5 % en peso de la harina. Los granos compuestos de almidón de avena (ver pág. 24) tienden a desintegrarse con la molturación fina, liberando los granos simples que miden de 2 a 10 μ m. La separación de una frac-