



# PRÁCTICA DE DETERMINACIÓN ANALÍTICA II



## INDUSTRIALIZACIÓN DEL MAÍZ

El maíz es un cultivo muy demandado a nivel mundial ya sea como grano o por sus productos finales logrados por su industrialización; la misma se divide en industria del alimento animal, biomateriales, y la más importante industria extractiva. Esta última se divide en molienda seca y molienda húmeda que serán descriptas a continuación.

El objetivo de la molienda seca es la separación de los distintos componentes del grano para la obtención de productos de mayor valor agregado, ya sea para la obtención de etanol o para la obtención de "Grits".

Con respecto al "Grits" son los pedazos o trozos de grano que se obtienen de la molienda y estos son utilizados para la obtención de harina de maíz, cereales de desayuno, snacks, entre otras.

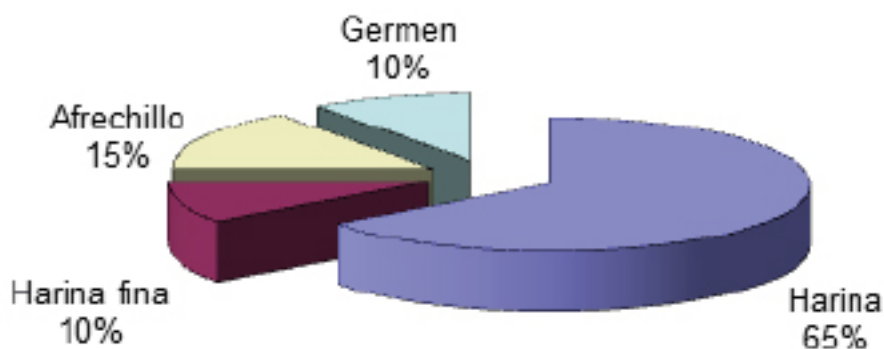
El proceso comienza con la limpieza y acondicionamiento de los granos con el objetivo de dejar el mismo en óptimas condiciones para su industrialización. Los elementos utilizados son:

- **Zaranda de limpidez:** Separa partículas de tamaños superiores e inferiores al grano.
- **Tarara:** Para separar las partículas pulverulentas.
- **Trampa magnética:** es utilizada para atrapar partículas magnéticas.

En lo que respecta al acondicionamiento se realiza la humectación del cereal con agua para facilitar la separación del germen del resto de los componentes del grano. Este proceso se denomina desgerminación; es efectuada por una máquina cuyo proceso físico es la fricción. En esta etapa se libera un subproducto denominado afrechillo o también conocido como Harina zootécnica (hominy feed). En la etapa siguiente se realiza la molturación a través de cilindros estriados, que posteriormente son clasificados en un plansifter obteniéndose los distintos tipos de harinas. A

continuación se puede realizar un proceso de precocción que consiste en una cocción con vapor y posterior molido con cilindros para obtener la granulometría apropiada.

Por cada 100kg de maíz molido se puede obtener 50-65kg de harina, 7-15kg de harina fina, 15-20 kg de afrechillo y 5-10 kg de germen.



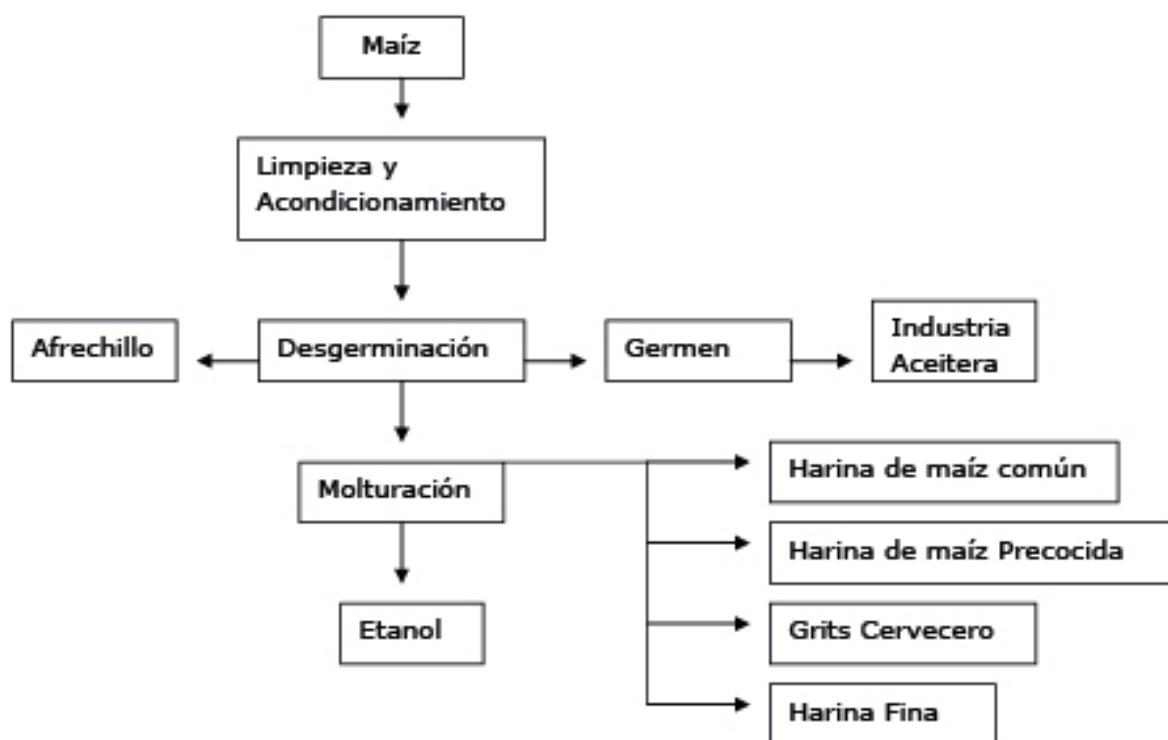
*Distribución de los productos separados*

## DESCRIPCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS:

- **Harina de maíz común:** Se obtiene por un proceso de molienda seca sometido sucesivamente a una germinación y a una refinación donde es clasificado según su granulometría.
- **Harina de maíz precocida:** Se obtiene por un proceso de cocción por vapor y posterior molido permitiendo obtener un producto de optima textura.
- **Harina fina de maíz:** Este producto se genera inevitablemente al realizar la molienda de los trozos pelados y desgerminados para la obtención de sémolas. Se trata de harinas de baja granulometría, con un contenido de grasa superior a las sémolas. Se las utiliza comúnmente en mezclas con harina de trigo y para elaborar panes de maíz, así como en la fabricación de galletitas y de pastas secas.
- **Harina zotécnica (hominy feed):** El afrechillo es un subproducto de la molienda seca, utilizado en la alimentación animal. Se compone de germen, salvado, harinas y trozos provenientes de la molienda del grano de maíz duro. Su aspecto es similar al maíz finamente molido, y tiene gran valor nutricional, así como alta digestibilidad y palatabilidad. Debe cuidarse su conservación dado que posee aceites insaturados que se enrancian fácilmente. Los principales consumidores de este producto son criaderos de cerdos, feedlots, tambos y establecimientos elaboradores de alimentos balanceados.
- **Sémolas de maíz para cervecería (Grits cervecero):** A partir de los trozos pelados y desgerminados se obtienen sémolas para su utilización en los procesos fermentativos de la producción de la cerveza. Como en los productos anteriormente mencionados, las principales características son su bajo tenor graso, gránulos uniformes y ausencia de salvado. Estas exigencias de calidad tienen como objetivo lograr un mejor producto final, sin afectar el sabor y mejorando la calidad de la cerveza.



- **Germen:** Es obtenido de la desgerminación física del maíz antes de la entrada al proceso de refinación. Es utilizado como materia prima para la obtención de aceite.



## MOLIENDAS EN MAÍZ

### • MOLIENDA HÚMEDA:

La molienda húmeda es utilizada para la obtención de muchos productos derivados del almidón, como así también etanol y subproductos.

Este proceso comienza con la limpieza y el acondicionamiento del grano, seguido de la maceración. Constituye la etapa inicial y es fundamental para el buen logro de una separación de componentes con eficiencia. El grano limpio es llevado a tinas de maceración donde se humecta con agua azufrada durante 40 a 50 horas a 40°C. El anhídrido sulfuroso se utiliza para evitar la germinación de los granos y retardar cualquier fase de fermentación. La molturación se divide en molienda gruesa y molienda fina. La primera consta de un proceso de desgerminación a través de una placa rotativa que se rompe suavemente el grano sin dañar el germen, luego es enviado a separadores centrífugos que separan el mismo del resto del grano. Luego es transportado a una serie de zarandas curvas para ser lavada y transportado a prensas desaguadoras para obtener un germen con un 50% de humedad. Un secado posterior permite reducir este valor a un 5%. El germen obtenido posee un alto contenido de aceite y se lo envía a plantas de extracción y refinación para obtener aceite de maíz comestible. El líquido efluente se envía a la etapa de separación del almidón y el gluten que será explicado mas adelante.

La fracción pesada del grano efluente de la centrífuga esta constituido por fibras, almidón, gluten y muy poco germen remanente. Esta suspensión se envía a la molienda fina previa desaguada en las mesas de zarandas curvas.

En la molienda fina se utilizan un molino de impacto que produce una molienda mas fina. El pro-





ducto obtenido es enviado a un tren de zarandas curvas lavadoras donde se separa la cáscara (fibras) del almidón y el gluten. La fibra lavada es desaguada en prensas y enviada a secadoras rotatorias obteniendo así un subproducto llamado gluten feed.

El almidón que se obtuvo en las prensas desaguadoras y el gluten residual de las zarandas curvas lavadoras son separados mediante una centrífuga obteniendo lechada de gluten y lechada de almidón.

La lechada de almidón es llevada a unas mesas de levigación con el objetivo de separar el almidón del agua, posteriormente unos ciclones lavadores lavaran con agua azufrada reduciendo el contenido de proteína a valores mínimos. En estas condiciones la lechada de almidón puede utilizarse para producir almidón seco o en otro proceso jarabe de maíz.

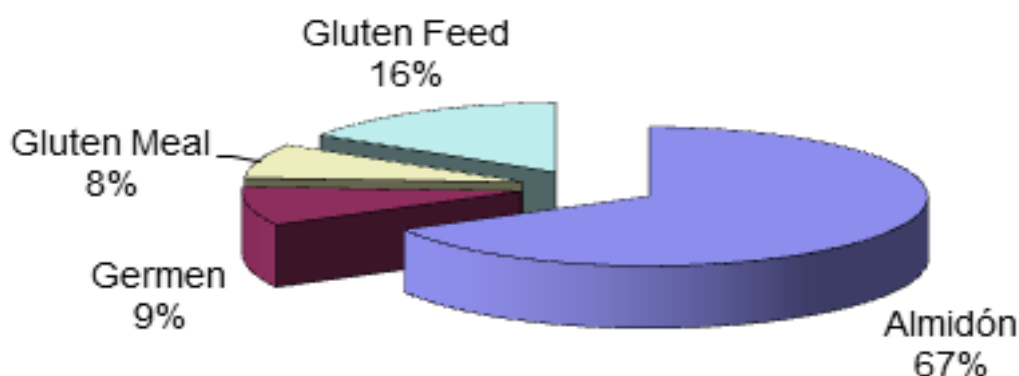
Por otra parte la lechada de gluten se envía a una centrífuga donde se obtiene una suspensión de gluten de 15% de sólidos mas agua limpia que es reciclada. Esta suspensión se envía a un filtro el cual descarga una torta que es llevada a una secadora calefaccionado con vapor disminuyendo la humedad al 10% obteniendo un subproducto denominado gluten meal.

A partir del almidón es posible obtener una variedad de productos utilizados en la industria alimenticia, textil, farmacéutica y papelería.

El almidón seco es usado en repostería, panificación, productos farmacéuticos, papeles, textiles, cosméticos, galletitas y embutidos.

Mediante distintos procesos de transformación del almidón es posible obtener jarabe de glucosa y fructosa, dextrosa, almidón pregelatinizados y dextrina. Los jarabes son utilizados en la industria de la alimentación para preparar golosinas, dulces, bebidas azucaradas, carbonatadas y en la panificación. La dextrosa es utilizada en alimentos dietéticos, jugos de fruta, refrescos, embutidos, productos farmacéuticos y curtiembres. Por ultimo, la dextrina tienen infinidad de aplicaciones en la industria textil y farmacéuticas.

Por cada 100kg de maíz en base seca se obtiene 67kg de almidón 9kg de germen, 8kg de gluten meal y 16kg de gluten feed.



***Distribución de los productos separados***



### • **MOLIENDA SECA:**

La molienda seca generalmente implica la eliminación de lo que el molinero llama salvado, es decir: el pericarpio, las cubiertas de la semilla, epidermis nuclear y la capa de aleurona. Además generalmente se elimina el germen por ser relativamente ricos en aceite, lo que hace que el producto se enrancie rápidamente disminuyendo su calidad. El salvado y el germen son relativamente ricos en proteínas, vitamina B, sustancias minerales y grasas, de modo que el producto molido si bien gana en paladar, pierde en valor nutritivo.

Antes de empezar a recibir el maíz, éste es verificado por Aseguramiento de Calidad; de acuerdo con los parámetros de humedad, porcentaje de granos quebrados, materias extrañas y cantidad de granos dañados, se determina el grado del maíz.

- **Recepción:** El maíz es recibido tanto en los silos metálicos como en los silos de planta (de concreto), debidamente higienizados y preparados. Antes de caer en los silos, el maíz pasa por un sistema de prelimpieza que consiste en separar, por medio de una zaranda, los trozos de tuza (hojas que envuelven el marlo) ,y las partes metálicas grandes, por medio de un imán.

De los silos de la planta, el maíz va directamente a producción, pasando por el sistema de limpieza. Mientras que en los silos metálicos, la materia prima es sometida a un proceso de conservación, que consiste en inyectarle aire frío y seco con granifrigores y sacarle aire caliente con extractores. El control de calidad se mantiene haciendo inspecciones para verificar las condiciones del maíz mientras está en los silos.

- **Limpieza:** La limpieza del maíz consiste en una serie de máquinas que, por diferencia de tamaño y peso, separa piedras, polvo, granos quebrados, restos de tuza, partículas metálicas, etc.; y al final de este proceso, el maíz pasa por una rosca humedecedora que agrega agua para acondicionar el maíz para la desgerminación.

- **Proceso de desgerminación:** Este proceso se denomina “Desgerminación en Seco”, que consiste en separar el germen del maíz sin exceder el 16.0% de humedad. Se realiza quebrando el grano en dos trituradores de impacto y, mediante mesas clasificadoras, se divide en tres fracciones por diferencia de peso específico de los subproductos; ya que el endospermo -la parte más dura del maíz- tiene mayor peso específico que el germen.

- **Molienda:** Los pre-productos libres de germen van a los molinos de cilindros para ser triturados, luego son clasificados en cernidores planos de acuerdo al tamaño; después pasan a otros molinos de cilindros que lo trituran hasta obtener la granulometría deseada de los productos finales.

El pre-producto, que luego será Sémola Cervecera, pasa por los purificadores de Sémola, que le elimina las partículas de germen y cáscaras más pequeñas, lo que garantiza un porcentaje de grasa menor a 1.0% en dicho producto. El germen extraído es almacenado o enviado a tanques de extracción de aceite. Se realiza un segundo acondicionamiento para obtener el máximo de grits y un mínimo de harina, consiste en humedecer el endospermo, con la ayuda de una rociadora se le adiciona agua.

- **Secado:** Los productos finales pasan por un sistema de secado neumático que reduce la humedad de 15.0% a 12.0%, para la buena estabilidad del producto. Después de pasar por un enfriamiento

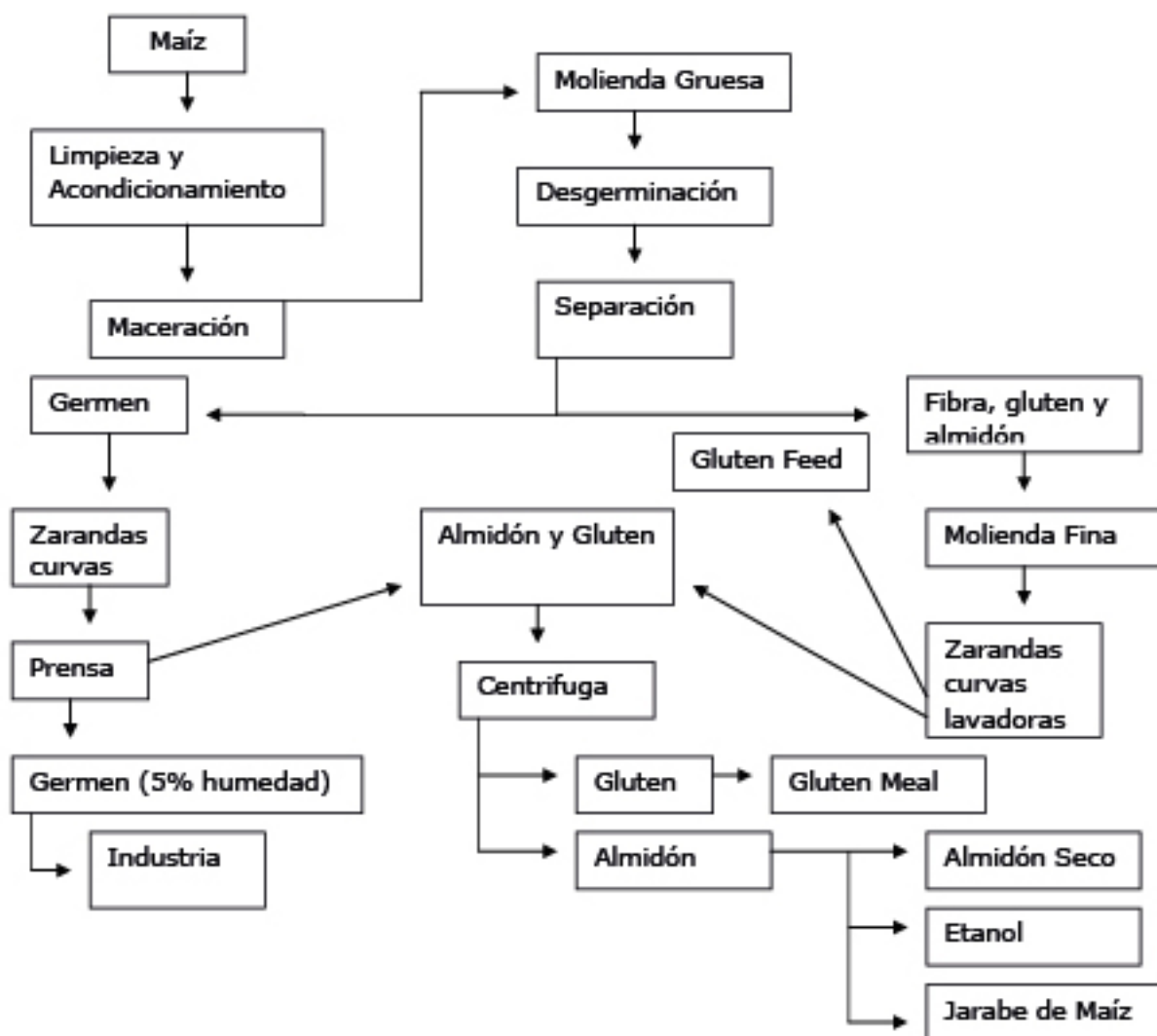


hasta llegar a la temperatura ambiente, son depositados en los silos de productos terminados. La Harina Granular y la Harina Extrafina, después del enfriamiento son fortificadas con un compuesto concentrado de vitaminas A, E, B1, B2, B6, Hierro, Niacina, Ácido Fólico y Acido Pantoténico.

- **Empaquetado:** Los productos terminados son empacados en los diferentes formatos en el Departamento de Envasado. Las harinas son empacadas por máquinas automáticas que forman las fundas, las sellan y las llenan, al mismo tiempo que le imprimen la fecha de vencimiento, número de lote y el precio de venta al consumidor.

Las sémolas son empacadas por balanzas y máquinas cosedoras, en sacos de 50 y 100 libras. Estas son para consumo industrial. La Sémola Cervecera también es despachada a granel. En este Departamento, al igual que en el Molino, se llevan rigurosos controles tanto de parte de Producción como de Aseguramiento de Calidad.

Mediante los dos procesos de la industria extractiva se puede obtener etanol que será utilizado para la producción de biocombustibles.





## CADENA DE VALOR DEL MAÍZ:

