

## ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Preparación de muestras reproducibles  
con molinos de laboratorio RETSCH



**GRINDOMIX GM 200**

[www.retsch.es/gm200](http://www.retsch.es/gm200)



**Estimados lectores, clientes y socios comerciales:**

Hoy en día la alimentación se ha convertido un tema central de nuestra vida cotidiana: shows de cocina en la televisión, la dieta de moda, el último escándalo por alimentos contaminados. Cada vez más consumidores se preocupan por llevar una alimentación sana, balanceada y sostenible, siendo altamente exigentes en cuanto a la calidad de los alimentos. La UE ha dictado numerosas directivas que especifican lo que pueden contener los alimentos y cuáles son los valores límite de las sustancias potencialmente tóxicas. Para garantizar la seguridad y la calidad de los alimentos, es necesario aplicar controles de calidad exhaustivos y fiables. Entre las técnicas analíticas típicas empleadas para este fin pueden mencionarse la cromatografía y la determinación de proteínas según Kjeldahl, además de las técnicas espectrométricas como la NIR y la espectrometría de fluorescencia atómica con generador de hidruros (HG-AFS). **Todas estas técnicas tienen en común que sólo brindan resultados fiables y de valor informativo si la muestra analizada es homogénea y representativa del material original.** Aquí entran en juego los **molinos de laboratorio RETSCH**, que permiten preparar muestras reproducibles y neutras para el análisis. En esta edición de "la muestra" presentamos aquellos molinos RETSCH apropiados para la preparación de alimentos. Otro parámetro importante en el control de calidad de los alimentos es la **determinación de la distribución granulométrica**, cuya importancia ilustraremos en los artículos del café y de los copos de cereal.

Les deseamos una lectura amena.

Cordialmente,

Dr. Jürgen Pankratz  
Director, VERDER SCIENTIFIC



## Preparación de muestras para el análisis de alimentos

### HOMOGENEIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN RÁPIDA Y REPRODUCIBLE DE MUESTRAS COMPLEJAS











Los alimentos se presentan en una gran variedad de formas y consistencias, y generalmente no son homogéneos. No obstante, para su análisis – que puede consistir en la determinación de valores nutritivos o la detección de sustancias contaminantes – se requieren muestras homogéneas y representativas que proporcionen resultados analíticos fiables y reproducibles. Estas muestras, normalmente muy complejas, deben ser homogeneizadas y reducidas a una granulometría lo suficientemente fina durante su preparación. Los asistentes ideales para este paso analítico tan importante son los molinos de laboratorio en sus diferentes modelos.

**Si bien para la mayoría de los análisis se requieren sólo unos pocos miligramos o gramos de muestra, esta fracción debe presentar las mismas propiedades que la muestra en su totalidad.** Dependiendo de qué parte de la muestra original se extraiga la fracción, obtendremos diferentes resultados al analizar su composición. Las barras de muesli, por ejemplo, son mezclas de componentes diversos, los cuales deben estar presentes de forma representativa en la fracción para permitir una determinación exacta del valor nutritivo del alimento. Esto sólo puede garantizarse homogeneizando la muestra antes del análisis. Básicamente, la preparación de la muestra debe adaptarse tanto a las propiedades de la misma como a las exigencias del análisis posterior con el fin de evitar resultados falsos. Los parámetros y accesorios de molienda deben seleccionarse de tal manera que durante la preparación no se modifiquen aquellas propiedades de la muestra que van a ser analizadas. **Las muestras por lo general no deberían triturarse a una granulometría "tan fina como sea posible", sino a una "tan fina como sea necesario"**, ya que a mayor finura el esfuerzo requerido es mayor (mayor aporte de energía, tiempo, calor y desgaste). El tipo de preparación de la muestra y la granulometría requerida variarán en función del método analítico que se vaya a emplear. Para la mayoría de los métodos de digestión y extracción resulta óptima una granulometría de 0,5 mm.

Los alimentos pueden presentar propiedades muy diferentes de dureza, humedad o contenido de grasa. RETSCH ofrece una amplia gama de molinos que pueden satisfacer las exigencias más diversas en el área de análisis de alimentos. Aquí frecuentemente se analiza una gran cantidad de muestras al día. **El manejo fácil e intuitivo de los aparatos en combinación con su rápida limpieza y la trituración efectiva de la muestra permiten aumentar el rendimiento en el laboratorio.**



GUÍA PARA LA SELECCIÓN DEL APARATO APROPIADO SEGÚN EL TIPO DE ALIMENTO

|                |  Molino ultra-centrífugo |  Molino ciclón |  Molino de impacto de rotor |  Molino de impacto de palas |  Molino de cuchillas |  Molino de corte |  Molino de mortero |  Molino de discos |  Molino mezclador |  Molino de bolas |
|----------------|---|---|--|--|---|---|--|--|--|---|
| Aceitunas      | -   | -   | -  | -  | ●   | -   | -  | ✓  | -  | -   |
| Arroz          | ✓   | ✓   | ✓  | ✓  | -   | -   | ✓  | ●  | ✓  | ✓   |
| Azúcar         | ✓   | ●   | ✓  | ✓  | -   | -   | ✓  | ●  | ●  | ●   |
| Bombones       | -   | -   | -  | -  | ●   | -   | ●  | -  | ●  | -   |
| Carne          | -   | -   | -  | -  | ✓   | ●   | -  | -  | ●  | -   |
| Cereales       | ✓   | ✓   | ✓  | ●  | ✓   | ●   | ✓  | ●  | ✓  | ✓   |
| Espicias       | ✓   | ✓   | ●  | ●  | ✓   | ✓   | ✓  | ●  | ✓  | ✓   |
| Frutas         | ●   | -   | -  | -  | ✓   | ●   | -  | -  | ●  | -   |
| Granos de café | ✓   | ✓   | ✓  | ●  | ✓   | -   | -  | -  | ●  | -   |
| Hierbas        | ✓   | ✓   | ●  | ●  | ✓   | ✓   | ✓  | ●  | ✓  | ✓   |
| Hongos         | ●   | -   | -  | -  | ✓   | ●   | -  | -  | ✓  | -   |
| Nibs de cacao  | -   | -   | -  | -  | ●   | -   | ✓  | -  | ●  | ●   |
| Nueces         | ●   | -   | -  | -  | ✓   | ●   | ●  | -  | ●  | -   |
| Pan            | ●   | ●   | ●  | ●  | ✓   | ✓   | -  | -  | ●  | -   |
| Papas          | -   | -   | -  | -  | ✓   | ●   | -  | -  | ●  | -   |
| Pasta          | ✓   | ✓   | ✓  | ✓  | ✓   | ✓   | ✓  | ●  | ✓  | ✓   |
| Pescado        | -   | -   | -  | -  | ✓   | ●   | -  | -  | ●  | -   |
| Queso          | ●   | -   | -  | -  | ✓   | -   | -  | -  | ●  | -   |
| Sal            | ✓   | ●   | ✓  | ✓  | -   | ●   | ✓  | ●  | ●  | ●   |
| Tabaco         | ✓   | ✓   | ✓  | ●  | ●   | ✓   | ✓  | ✓  | ✓  | ✓   |
| Té             | ✓   | ✓   | ✓  | ●  | ✓   | ✓   | ✓  | ✓  | ✓  | ✓   |
| Verduras       | ●   | -   | -  | -  | ✓   | ●   | -  | -  | ●  | -   |

✓ = Muy apropiado ● = Apropriado con restricciones - = No apropiado

La gran variedad de alimentos con propiedades a veces muy diversas constituye frecuentemente un gran reto para el analista. Estas muestras, normalmente muy complejas, deben ser homogeneizadas y reducidas a una granulometría apropiada antes del análisis, pudiendo presentar características muy diferentes en cuanto a su dureza y contenido de humedad. Para satisfacer las exigencias más diversas de la preparación de muestras de alimentos, RETSCH ofrece los molinos de cuchillas GRINDOMIX. El modelo GM 200 ha probado ser ideal para la preparación de cantidades pequeñas de hasta 700 mg. Para cantidades mayores se ofrece el GRINDOMIX GM 300, el cual tiene un volumen efectivo de 5.000 ml.

# Desde muesli hasta tocino

## Homogeneización completa de muestras difíciles

### TRITURACIÓN DE CARNE CON CONSISTENCIA TENAZ

Según los pronósticos, el consumo de carne en el mundo de actualmente 42,5 kg por año y persona incrementará considerablemente debido al mejoramiento de la calidad de vida y a los cambios en el comportamiento de consumo de las personas. Por consiguiente, controles de calidad tales como la determinación del contenido de grasa en la carne vienen adquiriendo cada vez más importancia. Las carnes muy grasas, no homogéneas y entreveradas como el tocino **constituyen muestras muy tenaces y resistentes que representan un reto a la hora de ser homogeneizadas para el análisis**. La preparación de muestras representativas es, no obstante, un paso necesario para poder obtener resultados analíticos de valor informativo. Si quedan trozos grandes de la corteza o de piel, la muestra no será homogénea, lo cual puede falsificar los resultados del análisis. Otro aspecto a tener en cuenta para la trituration de productos cárnicos es su **alto contenido de agua**. La práctica nos ha enseñado que los molinos más apropiados para triturar dicho tipo de muestras son los molinos de cuchillas.

El molino de cuchillas GRINDOMIX GM 200 dispone de un potente motor que permite aprovechar todo el rendimiento de corte de las cuchillas. **Su nueva cuchilla dentada de filo ondulado tritura carne de consistencia tenaz** con una efectividad tal, que prácticamente no quedan trozos gruesos en el recipiente obteniéndose un material completamente homogeneizado al poco tiempo. Su corto tiempo de molienda hace además que casi no se genere calor durante este proceso.



GRINDOMIX GM 200  
[www.retsch.es/gm200](http://www.retsch.es/gm200)





PRESTACIONES

MOLINOS DE CUCHILLAS GRINDOMIX

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Aplicación:             | trituration, homogeneización                                |
| Material alimentado:    | blando, semiduro, elástico, acuoso, grasoso, aceitoso, seco |
| Granulometría inicial*: | < 40 mm / < 130 mm  |
| Granulometría final*:   | < 300 µm  |

\*Según el tipo de material y la configuración del aparato.

MATERIALES TÍPICOS DE MUESTRA

Pescado, carne, pellets de piensos, verduras, cereales, especias, queso, nibs de cacao, barras de muesli, nueces, semillas oleaginosas, partes de plantas, productos farmacéuticos, dulces, lechuga, jamón, jabón, alimentos listos congelados, frutas secas, embutidos, etc.

GRINDOMIX GM 300

[www.retsch.es/gm300](http://www.retsch.es/gm300)

El GRINDOMIX GM 300 procesa de forma rápida y reproducible muestras con un volumen de hasta 4,5 litros (pan, cabezas de lechuga, pizza, etc.), sin necesidad de trituración previa.

HOMOGENEIZACIÓN EN TRES PASOS

- 1 Colocar 250 g de espalda de cerdo con corteza gruesa en el GM 200 y triturar con la cuchilla dentada de filo ondulado, primero por 30 segundos en modo de operación por intervalos a una velocidad de 3.000 rpm.
- 2 Repetir este paso dos veces más por 30 segundos a 7.000 rpm.
- 3 Triturar por última vez, también por 30 seg, pero a 10.000 rpm para alcanzar una homogeneización completa.

Entre paso y paso se retira con una espátula la carne adherida por encima de la cuchilla a las paredes del recipiente de molienda y se agrega de nuevo a la muestra en proceso de trituración.

tra. La amplia gama de accesorios del GRINDOMIX permite adaptarlo a las exigencias individuales. Los recipientes de molienda se ofrecen en acero, vidrio, polycarbonato y polipropileno. Mediante la **tapa de caída libre** especial puede adaptarse el volumen del recipiente a la cantidad de material triturado, lo cual mejora considerablemente la preparación de muestras con un alto contenido de agua. El líquido que asciende por las paredes del recipiente (efecto capilar) es devuelto al material triturado por canales de drenaje, evitándose así pérdidas o falsificaciones de la muestra. La **tapa reductora** reduce el volumen del recipiente plástico de molienda a 500 ml. Esto permite triturar continuamente cantidades de hasta 350 ml sin que la muestra se escape del radio de acción de las cuchillas.

**CONSEJO** Para ver el video de esta aplicación con el GM 200 vaya a: [www.retsch.com/gm-meat](http://www.retsch.com/gm-meat)

Gracias a sus **tres modos de operación** – marcha adelante con mecanismo de esfuerzo cortante, marcha atrás con esfuerzo por impacto, operación por intervalos para mezclar mejor la muestra – el usuario siempre podrá seleccionar el modo de trituración óptimo para el tipo de mues-

MOLINOS DE CUCHILLAS GRINDOMIX

- ▶ Homogeneización perfecta
- ▶ Mínima desviación estándar en los resultados de molienda
- ▶ Velocidad variable
- ▶ Procesamiento de volúmenes de 700 a 4.500 ml
- ▶ Herramientas de molienda autoclavables
- ▶ Tapa de caída libre que adapta automáticamente el volumen del recipiente
- ▶ Accesorios para la molienda libre de metales pesados



# Rastreando las sustancias nocivas

## Preparación de muestras para el análisis de sustancias nocivas

En los alimentos se detectan frecuentemente valores elevados de sustancias tóxicas; por ejemplo pesticidas en frutas y verduras, arsénico en arroz o partes venenosas de plantas en té. Por tal razón y para la protección del consumidor, es imprescindible realizar controles de calidad continuos. En estos la preparación de la muestra juega un papel muy importante, además del análisis propiamente dicho.



### ARSÉNICO EN ARROZ

En los últimos años han habido muchos casos de arsénico en arroz y sus productos derivados. Este alimento se encuentra procesado en una gran diversidad de productos, por ejemplo comida para bebés, copos de cereal o galletas de arroz inflado. La organización estadounidense de protección al consumidor "Consumer Reports" recomendó ya en el año 2012 reducir el consumo de arroz después de que se

había detectado arsénico en más de 60 productos derivados de este. El arsénico es una toxina y un carcinógeno conocido que puede presentarse en forma tóxica y no tóxica. El arroz absorbe el arsénico del suelo o del agua de forma más efectiva que otras plantas útiles. Este fenómeno se ve favorecido por su plantación en campos inundados, lo cual hace que el arsénico sea fácilmente absorbido a través de las raíces

y almacenado en los granos. Entretanto la UE también ha reaccionado y ha propuesto definir nuevos valores límite de arsénico entre 0,10 y 30,0 mg/kg, dependiendo del tipo y área de utilización del alimento. Después tomar una muestra representativa, el arroz se tritura hasta que alcance una distribución granulométrica adecuada, ya que el análisis o los pasos de preparación subsiguientes



Molino de rotor ZM 200  
[www.retsch.es/zm200](http://www.retsch.es/zm200)

requieren una determinada finura del material. La trituración se realiza además principalmente para homogeneizar la muestra. **Los molinos más apropiados para reducir el arroz a granulometrías analíticas son los ultracentrífugos como el ZM 200 de RETSCH.**

| Material                     | Arroz  |
|------------------------------|--|
| <b>Carga inicial</b>         | 100 g  |
| <b>Granulometría inicial</b> | 3-7 mm   |
| <b>Velocidad</b>             | 18.000 min <sup>-1</sup>   |
| <b>Herram. de molienda</b>   | Rotor de 24 dientes, tamiz anular de separación de 0,12 mm, ciclón |
| <b>Tiempo de molienda</b>    | < 3 minutos  |
| <b>Granulometría final</b>   | < 100 µm   |

La determinación de arsénico total se realiza normalmente mediante digestión de ácidos y un análisis espectroscópico posterior como la espectrometría de fluorescencia atómica híbrida (HG-AFS).

### ALCALOIDES DE PIRROLIZIDINA EN TÉ

El grupo de los alcaloides pirrolizidínicos abarca más de 500 compuestos químicos, presentes sobre todo en asteráceas, boragináceas y leguminosas. Entre los representantes más conocidos están la senecionina, la senkirkina y la licopsamina, que se encuentran en el senecio. Lamentablemente, estas plantas venenosas siempre terminan detectándose en alimentos tales como infusiones o tisanas. Debido a su toxicidad, el Instituto Federal de Evaluación de Riesgos alemán exige una tolerancia nula para alcaloides pirrolizidínicos, especialmente en té para mujeres embarazadas, lactantes y niños de corta edad.

Se prepararon flores secas de manzanilla de acuerdo a los siguientes parámetros:

| Material                     | Flores secas de manzanilla   |
|------------------------------|--|
| <b>Carga inicial</b>         | 25 g   |
| <b>Granulometría inicial</b> | 5 mm   |
| <b>Velocidad</b>             | 18.000 min <sup>-1</sup>   |
| <b>Herram. de molienda</b>   | Rotor de 12 dientes, tamiz anular de separación de 0,5 mm, seguidamente tamiz anular de 0,2 mm, ciclón |
| <b>Tiempo de molienda</b>    | < 2 minutos  |
| <b>Granulometría final</b>   | < 100 µm   |

El **ciclón** garantiza un transporte continuo de material así como el **enfriamiento de la muestra**. Esto permite preservar los alcaloides pirrolizidínicos, al ser compuestos termosensibles.

### MOLINO ULTRACENTRÍFUGO ZM 200

El ZM 200 es un molino de rotor de alta velocidad en el que la muestra es pulverizada por efectos de impacto y cizallamiento entre el rotor y un tamiz anular estacionario. El material alimentado pasa por la tolva y cae sobre el rotor. Desde allí es proyectado radialmente hacia afuera por la aceleración centrífuga, chocando con los dientes cuneiformes que giran a gran velocidad, los cuales realizan la trituración gruesa. La molienda fina se realiza entre el rotor y el tamiz anular. En este último se determina la granulometría final del material según la abertura de malla seleccionada. El material permanece por muy corto tiempo en la cámara de molienda y casi no se calienta; de esta manera se preservan las propiedades características de la muestra que van a ser determinadas.

### MOLINO ULTRACENTRÍFUGO ZM 200

- Reducción muy rápida y cuidadosa de la muestra gracias a la integración de dos pasos de trituración en una sola operación
- Amplio rango de velocidad, hasta 18.000 rpm
- Recipiente colector patentado de fácil limpieza que garantiza la recuperación sin pérdidas de material
- Granulometría final definible mediante tamices anulares con aberturas de malla entre 0,08 y 10 mm
- Configuración cómoda de parámetros a través de la pantalla y el mando de un solo botón
- Amplia gama de accesorios fáciles de cambiar que incluye diversos rotores, tamices anulares y recipientes colectores



### PRESTACIONES

#### MOLINO DE ROTOR ZM 200

|                         |                                       |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Aplicación:             | molienda fina                         |
| Material alimentado:    | blando, semiduro, quebradizo, fibroso |
| Granulometría inicial*: | < 10 mm                               |
| Granulometría final*:   | < 40 µm                               |

\*Según el tipo de material y la configuración del aparato.

### MATERIALES TÍPICOS DE MUESTRA

Cáscaras de fruta, gelatina, cereales, frutas y verduras secas, especias, granos de café, semillas de cacao, maíz, muesli, tallarines, pimienta, arroz, semillas, té, pastas alimenticias, azúcar

Para muchas personas es cada vez más importante tener una alimentación sana y balanceada. El pescado, por ejemplo, es un alimento conocido por ser especialmente sano debido a su gran cantidad de ácidos grasos omega 3. El organismo humano no puede producir estos ácidos, por lo que deben ser ingeridos a través de los alimentos. La popularidad del pescado se refleja en las cifras publicadas por la Oficina Federal de Estadística alemana: sólo en Alemania se produjo desde el año 2012 hasta julio de 2014 un incremento del 4,2 % en cultivos acuícolas. Al igual que en otros alimentos, el análisis de los componentes y valores nutritivos del pescado es parte fundamental del control de calidad, siendo los valores más importantes el contenido de proteínas y grasa. Como el pescado tiene partes muy grasosas, para obtener resultados analíticos precisos del contenido de grasa es imprescindible homogeneizar bien la muestra. Asimismo, para proteger al consumidor, se analiza el contenido de toxinas tales como metales pesados, bifenilos policlorados o restos de medicamentos. Estas sustancias se consideran además como indicadores fiables de la calidad del agua, ya que se acumulan en el pescado. Empleando técnicas analíticas adecuadas pueden detectarse niveles sumamente bajos de contaminación, por ejemplo con bifenilos policlorados.

# ¿Qué hay en el pescado?

## Molienda efectiva con efecto de corte

### HOMOGENEIZACIÓN RÁPIDA Y FÁCIL DE PESCADO SECO

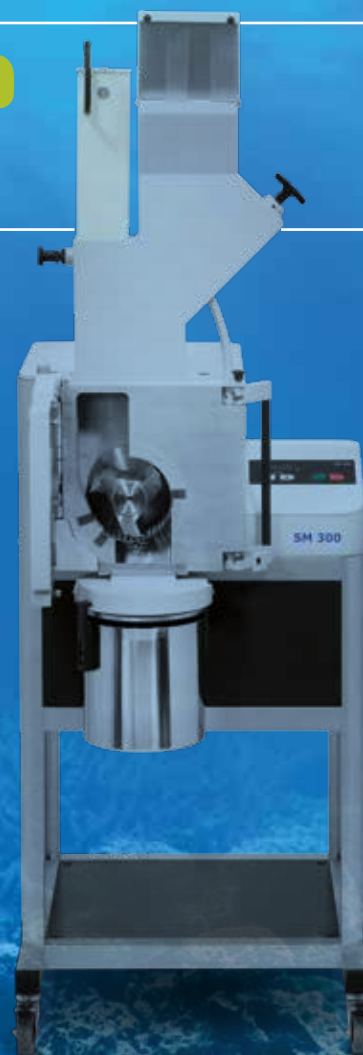
La homogeneización de muestras de pescado es todo un reto, ya que las escamas, la piel y las espinas son bastante resistentes quedando normalmente trozos grandes de estas después de la trituración. Además, mientras mayor es su contenido de grasa, más difícil se hace la molienda ya que el molino tiende a obstruirse y las partículas de grasa forman grumos manteniendo la

muestra heterogénea. En un molino de cuchillas como el GRINDOMIX puede homogeneizarse muy bien el pescado fresco. Sin embargo, Michael Schlachter de la GMA (Sociedad de Acuicultura Marina S.R.L.) quería triturar pescado liofilizado, por lo que acudió a RETSCH con esta aplicación. Con el potente molino de corte SM 300 pudo solucionarse el problema:

| Material            | Pescado liofilizado (rodaballo, carpa común)               |
|---------------------|--|
| Carga inicial       | 125 g (= 4 pescados de cada especie, 1 - 2 veces troceado) |
| Velocidad           | 3.000 min <sup>-1</sup>                                    |
| Herram. de molienda | rotor en V, tamiz de fondo de 1,0 mm, ciclón               |
| Tiempo de molienda  | < 2 minutos  |
| Granulometría final | < 1-2 mm   |

Al tratarse de un material fibroso y tenaz se recomienda el uso de un **rotor en V**, muy efectivo para cortar trozos de pescado liofilizado. Su forma especial hace

que se produzca poco volumen muerto en la cámara de molienda y un arrastre más rápido del material, lo que se traduce en **tiempos de molienda más cortos**. Este



Molino de corte SM 300  
[www.retsch.es/sm300](http://www.retsch.es/sm300)



Molino de corte SM 100

[www.retsch.es/sm100](http://www.retsch.es/sm100)

El modelo más económico para aplicaciones de rutina



Molino de corte SM 200

[www.retsch.es/sm200](http://www.retsch.es/sm200)

El modelo estándar versátil para las aplicaciones más diversas



Molino de corte SM 300

[www.retsch.es/sm300](http://www.retsch.es/sm300)

El modelo potente para muestras difíciles



Carpa común antes



Carpa común después

rotor tiene además la capacidad de triturar una cantidad mucho mayor de escamas, homogeneizando mejor la muestra. El uso de un ciclón hace que esta sea evacuada más rápidamente de la cámara de molienda. El calentamiento producido durante la molienda en el SM 300 es despreciable, de forma que las partículas grasas del pescado no obstruyen el tamiz de fondo y la muestra es completamente homogeneizada. Gracias a su carcasa abatible y al rotor de quita y pon fácil de extraer, **la limpieza del molino se realiza en un dos por tres.**

El SM 300 puede triturar volúmenes de hasta 5 litros en una sola operación.

Dependiendo de la granulometría requerida para el análisis, después de la trituración en el molino de corte puede realizarse una molienda fina en un molino ultracentrífugo como el ZM 200. Para el análisis del pescado, la granulometría final de 1 – 2 mm alcanzada por el molino de corte es suficiente. A pesar del alto contenido de grasa de algunos trozos de pescado liofilizado, la homogeneización en el molino de corte se realiza de forma muy satisfactoria gracias a su potente motor, el rendimiento de corte del rotor en V y la evacuación optimizada de la muestra con el ciclón.

## MOLINO DE CORTE SM 300

- ▶ Trituración potente gracias al motor de 3 kW con gran fuerza de arrastre y tecnología RES
- ▶ Velocidad regulable de 700 a 3.000 rpm, para una perfecta adaptación al material
- ▶ Efecto de corte optimizado por los listones de corte dobles
- ▶ Limpieza súper rápida gracias a la tolva abatible, superficies completamente lisas y el rotor de quita y pon
- ▶ Velocidad periférica máxima del rotor de 20,3 m/s
- ▶ Granulometría final seleccionable mediante tamices de fondo con aberturas de 0,25-20 mm
- ▶ Amplia gama de accesorios que incluye tolvas, recipientes colectores, rotores y tamices
- ▶ Alto estándar de seguridad gracias al freno de motor, cierre central, chequeo de seguridad electrónico



### PRESTACIONES

#### MOLINO DE CORTE SM 300

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Aplicación:             | trituration preliminar y molienda fina                  |
| Material alimentado:    | blando, semiduro, tenaz, elástico, fibroso, heterogéneo |
| Granulometría inicial*: | < 60 x 80 mm  |
| Granulometría final*:   | < 0,25-20 mm  |

\*Según el tipo de material y la configuración del aparato.

### MATERIALES TÍPICOS DE MUESTRA

Cáscaras de fruta, pescado liofilizado, patas de pollo congeladas, frutas y verduras secas, especias, semillas de cacao, huesos, colinabo, maíz, zanahorias, tallarines, nueces, partes de plantas, tabaco, pastas alimenticias

Algunas muestras son muy difíciles de pulverizar debido a su consistencia pastosa, tenaz o elástica. El queso, por ejemplo, puede reducirse en un molino de cuchillas, pero la granulometría final que se alcanza en este molino siempre será de 1 – 2 mm, insuficiente para el análisis. Los dulces por lo general son mezclas de diferentes ingredientes, tales como azúcar espuma con relleno líquido de consistencia melosa. Estas muestras tienden a obstruir el molino si no son fragilizadas antes de la molienda. En condiciones criogénicas, sin embargo, las propiedades de fractura del queso y los dulces mejoran hasta tal punto que pueden pulverizarse de manera efectiva.

# Frío, pastoso y tenaz

## La molienda criogénica mejora las propiedades de fractura

### CRYOMILL

- ▶ Molienda criogénica potente por impacto y fricción a 30 Hz
- ▶ Molienda criogénica y molienda a temperatura ambiente en seco/húmedo
- ▶ Sistema cerrado de refrigeración (Autofill) que evita el contacto directo con el nitrógeno líquido
- ▶ Recipientes enroscables que garantizan una molienda sin pérdidas
- ▶ Amplia gama de accesorios
- ▶ Poco consumo de nitrógeno líquido
- ▶ Panel de operación claramente estructurado, memoria para 9 SOPs
- ▶ Ciclos de refrigeración y molienda programables (10 a 99 min)

El aparato óptimo para la molienda fina con refrigeración permanente por nitrógeno líquido es el CryoMill de RETSCH. En este molino de bolas el recipiente de molienda vibra horizontalmente a una frecuencia de hasta 30 Hz, y la muestra es reducida principalmente por efectos de impacto y fricción. El CryoMill alcanza granulometrías finales mucho más pequeñas que otros molinos criogénicos. La fragilización continua de la muestra evita que las partículas blandas, elásticas y pastosas se deformen o embadurnen el recipiente de molienda. En el CryoMill el recipiente es enfriado con nitrógeno líquido por el sistema refrigeración integrado antes y durante el proceso de molienda. Este molino es muy eficiente y seguro, ya que el nitrógeno es automáticamente dosificado por el sistema de llenado "Autofill" en la cantidad exacta para mantener la temperatura a -196 °C sin que el usuario tenga que entrar en contacto con el nitrógeno. Igualmente para la preparación de muestras que contienen compuestos volátiles, el CryoMill es el aparato ideal.

### PRESTACIONES

#### MOLINO DE BOLAS CRYOMILL

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Aplicación:             | trituration, mezcla, homogeneización, ruptura celular |
| Material alimentado:    | duro, semiduro, blando, frágil, elástico, fibroso     |
| Granulometría inicial*: | < 8 mm  |
| Granulometría final*:   | < 5 µm  |

\*Según el tipo de material y la configuración del aparato.

### MATERIALES TÍPICOS DE MUESTRA

Caramelos, carne, pescado, frutas, piensos, verduras, ositos de goma, queso, huesos, complementos alimenticios, semillas oleaginosas, partes de plantas, bombones, comida para bebés, chocolate, toffees

## PULVERIZACIÓN DE QUESO

En el control de calidad del queso no sólo se analiza su valor nutritivo expresado en el contenido de proteínas o aminoácidos, sino que también se determina la presencia de mohos o micotoxinas producidas por estos. Este análisis es de especial importancia cuando se van a elaborar quesos blandos a partir de quesos duros, ya que sin un control adecuado cualquier defecto en la calidad se propagaría a la siguiente etapa de producción.

Se preparó queso duro de acuerdo a los siguientes parámetros:

| Material                       | Queso duro  |
|--------------------------------|---|
| <b>Carga inicial</b>           | 5 g   |
| <b>Granulometría inicial</b>   | 8 mm  |
| <b>Herram. de molienda</b>     | recipiente de acero de 50 ml, bolas de acero de 25 mm |
| <b>Enfriamiento previo</b>     | 7 minutos a 5 Hz                                      |
| <b>Tiempo de molienda</b>      | 2 minutos   |
| <b>Frecuencia de vibración</b> | 30 Hz   |
| <b>Granulometría final</b>     | < 300 µm (90% de la muestra)                          |

Para determinar los compuestos y valores nutritivos de la muestra puede realizarse primero una extracción seguida de una cromatografía de líquidos de alta eficacia (HPLC).



## BOMBONES DE CONSISTENCIA PASTOSA CON RELLENO LÍQUIDO

Todos los dulces se someten, al igual que otros alimentos, a estrictos controles de calidad. Los parámetros a determinar abarcan el valor nutritivo, su contenido de humedad y grasa, o bien la cuantificación de determinados ingredientes, p. ej. vitaminas o alcaloides. Para el análisis se emplean a menudo técnicas cromatográficas tales como la HPLC, siendo la granulometría óptima para estas de 0,3 – 0,75 mm.

El bombón se preparó de acuerdo a los siguientes parámetros:

| Material                       | Bombón con relleno líquido                            |
|--------------------------------|---|
| <b>Carga inicial</b>           | 1 bombón  |
| <b>Herram. de molienda</b>     | recipiente de acero de 50 ml, bolas de acero de 25 mm |
| <b>Enfriamiento previo</b>     | 5 minutos a 5 Hz                                      |
| <b>Tiempo de molienda</b>      | 2 minutos   |
| <b>Frecuencia de vibración</b> | 30 Hz   |
| <b>Granulometría final</b>     | < 400 µm (90% de la muestra)                          |

De esta manera la muestra es homogeneizada por completo sin adherirse a las paredes del recipiente de molienda.



CryoMill

[www.retsch.es/cryomill](http://www.retsch.es/cryomill)

# Oro blanco

## Trituración de grandes volúmenes de muestra

### MOLINO DE IMPACTO DE ROTOR SR 300

- ▶ Trituración por lotes de grandes volúmenes de muestra
- ▶ Cámara de molienda, tolva y partes por donde entra y sale la muestra en acero inoxidable
- ▶ Limpieza fácil gracias al rotor de quita y pon, tolva desenroscable y cajetín colector extraíble
- ▶ Reduce granulometrías de hasta 25 mm
- ▶ Pieza molturadora opcional de 180°, para triturar muestras duras y frágiles por impacto adicional
- ▶ Rotor de distancia que reduce el calor por fricción (opcional)
- ▶ Granulometría final seleccionable mediante tamices de fondo con aberturas de 0,08 – 10 mm

"Oro blanco" y "salario" son sólo dos de las muchas expresiones que claramente nos demuestran la importancia que tiene la sal. Excavaciones arqueológicas han demostrado que ya en el año 10.000 a.C. la sal se usaba regularmente. No sólo sirve para darle sazón a la comida, sino también para conservar alimentos. La sal puede extraerse en las regiones costeras, donde se deja evaporar el agua de mar haciendo que cristalice el mineral en las salinas (sal marina). También puede extraerse de minas naturales (sal gema). Aproximadamente el 70% de la producción mundial de sal es de este tipo. Estos depósitos naturales de sal se formaron durante el transcurso de miles de años debido a la desecación de antiguos mares. Los diferentes minerales fueron cristalizándose uno después del otro, formándose primero un estrato de cal, seguido de uno de yeso, otro de sal (cloruro sódico) y por último uno de minerales de arcilla. Los depósitos fueron inundados de nuevo por el mar debido a movimientos tectónicos, y sobre los estratos salinos fueron depositándose con el tiempo sedimentos que formaron rocas sedimentarias. Algunos estratos salinos han sido empujados hacia arriba por grandes presiones, encontrándose muy cerca de la superficie terrestre. Como la sal no podía ser extraída de todas partes, había que transportarla grandes distancias. Muchas ciudades que se encontraban en las rutas de transporte se hicieron ricas por participar en el comercio de dicho mineral, o por cobrar derechos de aduanas e impuestos. La sal era tan valiosa, que llegó a ser utilizada como moneda.





PRESTACIONES

**MOLINO DE IMPACTO DE ROTOR SR 300**

|                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| Aplicación:             | trituration, desaglomeración |
| Material alimentado:    | blando, semiduro             |
| Granulometría inicial*: | < 15 mm                      |
| Granulometría final*:   | < 50 µm                      |

\*Según el tipo de material y la configuración del aparato.

MATERIALES TÍPICOS DE MUESTRA

Frijoles, caramelos, frutas y verduras secas, lango-  
stinos secos, cereales, especias, semillas de cacao,  
copos de papa, hierbas, col, comino, cáscaras de  
nuez, pimienta, arroz, semillas, azafrán, sal, té,  
semillas de uva, palos de canela



HAY SALES Y SALES

La sal gema y la sal marina no sólo están compuestas por cloruro sódico. Dependiendo del lugar y el método de extracción, estas pueden contener otros minerales y silicatos. Para analizar la composición de las diferentes sales es necesario que hayan sido suficientemente homogeneizadas, ya que precisamente las rocas más grandes de sal gema son bastante heterogéneas. Como los elementos que las componen normalmente están presentes en cantidades ínfimas, por lo general se requiere homogeneizar cantidades más grandes (kilogramos). El molino de impacto de rotor SR 300 es ideal para esta tarea, ya que puede procesar grandes lotes de muestra en régimen de operación continuo. En este molino, la trituration y la desaglomeración de la muestra se realizan por efectos de impacto y cizallamiento. El material alimentado pasa por la tolva cayendo en la parte central de la cámara de molienda, donde es triturado por el rotor y el tamiz insertable. Apenas este alcanza un tamaño de grano menor que la abertura de malla del tamiz, cae hacia el recipiente colector. La cámara de molienda, la tolva y las partes por donde entra y sale la muestra están hechas completamente en acero inoxidable. La puerta consta de un cierre rápido que facilita el acceso a la cámara de molienda para acelerar la limpieza.

La sal se preparó de acuerdo a los siguientes parámetros:

| Material                     | Sal   |
|------------------------------|---|
| <b>Carga inicial</b>         | 5 kg  |
| <b>Granulometría inicial</b> | < 10 mm                                     |
| <b>Velocidad</b>             | 8.100 min <sup>-1</sup>                     |
| <b>Herram. de molienda</b>   | tamiz anular de 0,25 mm, rotor de distancia |
| <b>Tiempo de molienda</b>    | < 6 minutos                                 |
| <b>Granulometría final</b>   | < 200 µm                                    |

A fin de garantizar una molienda cuidadosa con la muestra, se empleó un rotor de distancia. Asimismo se empleó el recipiente colector de 5 litros para homogeneizar los 5 kg en una sola operación.



Molino de impacto de rotor SR 300  
[www.retsch.es/sr300](http://www.retsch.es/sr300)

# Del cacao al chocolate

## Homogeneización de muestras con mortero y mano

¿Qué sería del mundo sin el chocolate? La fabricación del chocolate es un proceso relativamente complicado en el que el control de calidad fiable de la materia prima es de vital importancia.

Antes de convertirse en chocolate, el cacao debe recorrer un largo camino. **La calidad del producto final puede variar enormemente** debido a los numerosos pasos del proceso de fabricación, que incluyen la cosecha, fermentación, secado, eliminación de impurezas, tostado, trituración primaria y molienda para obtener el licor, del cual se obtienen a su vez el cacao en polvo y la manteca de cacao.

Para poder realizar el análisis sensorial del producto, es necesario controlar primero su inocuidad (que no contenga hongos, metales pesados, etc.), sus ingredientes (grasas y carbohidratos) y su granulometría, que debe ser lo suficientemente pequeña. Las partículas mayores de 30  $\mu\text{m}$  ya resultan desagradables para el paladar.



Molino de mortero RM 200  
[www.retsch.es/rm200](http://www.retsch.es/rm200)



## PRESTACIONES

### MOLINO DE MORTERO RM 200

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Aplicación:             | trituration, mezcla, fricción                |
| Material alimentado:    | blando, duro, frágil, pastoso, seco o húmedo |
| Granulometría inicial*: | <8 mm  |
| Granulometría final*:   | <10 µm                                       |

\*Según el tipo de material y la configuración del aparato.

## MATERIALES TÍPICOS DE MUESTRA

Especias, avellanas (peladas), nibs de cacao, lactosa en polvo, semillas oleaginosas, pastas secas (liofilizadas), granulados vitamínicos

Previamente al control de calidad, los granos de cacao tostados se parten y se separan de impurezas tales como la pulpa, los embriones y la cutícula o testa. Estos "nibs" de cacao se muelen en un molino de rodillos hasta formar el "licor". El molino de mortero RM 200 es especialmente apropiado para controles de calidad a escala de laboratorio, ya que por su mecanismo de molienda es el que más se asemeja a los molinos de rodillos empleados en la industria. El licor resultante de la molienda no es un polvo, sino una masa de consistencia fluida debido al alto contenido de grasa de los nibs de cacao (aprox. 54%). Su proceso de elaboración puede optimizarse calentando la muestra, el mortero y la mano antes de la molienda. Esto reduce a un mínimo la adhesión del material a las herramientas de molienda y hace más fluida la grasa de los nibs. Por lo general, 50 °C en una estufa de secado son suficientes. En pocos minutos se obtiene con el RM 200 **una masa fluida con una granulometría mucho menor de 20 µm**, de la que pueden tomarse fracciones representativas para el análisis posterior. De la misma manera puede realizarse la molienda del chocolate listo para analizar su contenido de grasa, agua y carbohidratos en controles de calidad.

## MOLINO DE MORTERO RM 200

El molino de mortero RM 200 puede **mezclar y homogeneizar polvos, suspensiones y pastas**, incluso altamente viscosas. Este molino se emplea para **la preparación de muestras reproducibles** para análisis posteriores, ya sean de consistencia blanda, frágil, pastosa, e incluso dura (hasta 9 en la escala de Mohs). La molienda puede realizarse tanto en seco como en húmedo.

Con su accionamiento potente y electrónicamente controlado, el RM 200 **sustituye al mortero clásico**. Para la preparación de muestras difíciles, el juego de molienda **puede enfriarse o calentarse**. También pueden agregarse aditivos. El juego de molienda, consistente en mortero y mano, se ofrece en distintos materiales para garantizar la preparación de muestras neutras para el análisis. La última generación del clásico "molino RETSCH" es extraordinariamente potente y segura, así como muy fácil de operar y limpiar.

### MOLINO DE MORTERO RM 200

- ▶ Molienda en seco, en húmedo y criogénica
- ▶ Resultados reproducibles gracias al ajuste de la presión de la mano del mortero y del rascador
- ▶ Cámara de molienda de cierre hermético, con ventanilla
- ▶ Cambio del pistilo y del mortero fácil y sin herramientas
- ▶ Indicador de carga
- ▶ Presión ajustable de la mano del mortero y del rascador
- ▶ Amplia selección de materiales, para una molienda neutra

Los nibs de cacao se prepararon de acuerdo a los siguientes parámetros:

| Material                 | Nibs de cacao           |
|--------------------------|-------------------------|
| Carga inicial            | 150 g                   |
| Granulometría inicial    | 10 mm                   |
| Herramientas de molienda | Mortero y mano de ágata |
| Tiempo de molienda       | 20 minutos              |
| Granulometría final      | pasta homogénea         |



TAMIZADORA  
**AS 200 CONTROL**

- ◉ Movimiento de proyección tridimensional, accionamiento electromagnético eficiente
- ◉ Alta precisión de separación en tiempos cortos de tamizado
- ◉ Ajuste de la aceleración de la base de los tamices que garantiza resultados comparables y reproducibles en todo el mundo
- ◉ Ajuste digital de todos los parámetros de operación

En las empresas elaboradoras de productos alimenticios, el control de calidad se aplica para implementar y mantener la calidad del producto. Para satisfacer las exigencias de los consumidores finales, no sólo hay que prestarle importancia a la seguridad de los alimentos durante el proceso de fabricación, sino en especial también a la calidad de la materia prima. Requisito principal para mantener una alta calidad constante en el producto final es la implementación de un sistema continuo de medidas de control aplicables para la recepción de la materia prima.

## Nada de polvos

### Control de entrada de mercancías mediante análisis por tamizado

La estudiante de grado Jennifer Franz desarrolló para la empresa Lebensgarten GmbH en Adorf/Vogtland, Alemania, un nuevo método para el control de materias primas. Mediante el análisis por tamizado ahora la empresa puede **determinar las fracciones de polvos y finos en copos de cereales** suministrados por sus proveedores y así evitar los efectos negativos de estas en la mezcla y envasado del muesli. Los polvos con una granulometría inferior a 500 µm se adhieren a las uniones del envase afectando el sellado hermético del mismo. La fabricación de productos crujientes trae consigo otro efecto negativo: al tratarse de productos a base de cereales cocidos a los que se les agrega un aglutinante como la miel para formar una masa compacta que luego se tuesta, mientras mayor sea la fracción de polvos, el producto tendrá una mayor cantidad de poros finos y se desmigajará con mayor facilidad. El método de análisis por tamizado constituye una medida de prevención óptima para reducir estos efectos negativos en el producto final, ya que permite separar los copos en fracciones individuales y realizar una evaluación de la calidad. La mezcla de copos se sepa-

ra en varias fracciones de diferente granulometría. La separación no precisa ser minuciosa, y las fracciones a obtener pueden ser de copos enteros, copos partidos por la mitad, finos y polvos. Las aberturas de malla a utilizar son: 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm y < 500 µm (tamiz de fondo). La fracción de granulometría inferior a 500 µm es considerada como la fracción de polvos finos, y la que afecta de forma particularmente negativa los procesos de fabricación y envasado del producto. Antes de seleccionar los intervalos de tiempo para el tamizado se realizó una evaluación de las propiedades estructurales de los copos de cereal. Tomando en cuenta que los copos son una materia prima frágil que se parte fácilmente y que sufre fluctuaciones naturales en sus propiedades, se programó un intervalo de tiempo máximo de 2 minutos. Para los diferentes tipos de copos se determinaron diferentes amplitudes de vibración, poniendo atención de no aplicar un movimiento de proyección demasiado fuerte ni demasiado débil. Cuando el movimiento de proyección es muy débil, el tamizado resulta muy poco eficiente ya que los copos no son dispersados lo suficiente.



#### PRESTACIONES

##### TAMIZADORA VIBRATORIA AS 200 CONTROL

|                        |   |
|------------------------|---|
| Aplicación:            | separación, fraccionamiento, determinación granulométrica |
| Material alimentado:   | polvos, materiales a granel, suspensiones                 |
| Rango de medición*:    | 20 µm – 25 mm   |
| Cant. máx. de muestra: | 3 kg  |

\*Según el material alimentado y el juego de tamices empleado.

#### MATERIALES TÍPICOS DE MUESTRA

Gelatina, especias, lúpulo, café, hierbas, alimentos granulados, paté de hígado, semillas de lino, lentejas, mosto de maíz, harina, nueces, páprika en polvo, arroz triturado, semillas de girasol, tabaco, ácido cítrico, azúcar



Por otro lado, si se aplican grandes amplitudes de vibración, el material liviano puede quedar en suspensión y no pasar por las aberturas del tejido del tamiz, con lo que no se podrá determinar su granulometría. Para diferentes copos de avena, trigo, centeno,

espelta o cebada se seleccionaron en base a su estabilidad amplitudes de 0,9 y 1,00 mm (copos inestables), así como 1,5 mm (copos estables). En total se pudieron definir 4 protocolos de tamizado distintos para los copos de cereal en los ensayos de tamizado. Esta serie

de ensayos nos demuestra que el análisis por tamizado es un método ideal para controlar la calidad de la materia prima en cuanto a las fracciones de polvos y finos.

### TAMIZADORA VIBRATORIA AS 200 CONTROL

Jennifer Franz realizó la serie de ensayos con una tamizadora AS 200 control. El **accionamiento electromagnético patentado con aceleración controlada** de las tamizadoras vibratorias RETSCH permite una óptima adaptación a cualquier tipo de material. Este accionamiento genera un movimiento de proyección tridimensional que hace mover uniformemente el material por

toda la superficie de malla del tamiz separando de manera óptima todas aquellas partículas entre 20  $\mu\text{m}$  y 125  $\mu\text{m}$ . Gracias a la posibilidad de emplear tamices de diferente diámetro (100 - 203 mm), este aparato es muy versátil en cuanto a su uso. Las columnas de tamices pueden tener una altura de hasta 450 mm permitiendo la separación de hasta 17 fracciones en una

sola operación. **En las tamizadoras de la serie "control" los parámetros como la amplitud, el tiempo, la aceleración de la base de los tamices y el intervalo son ajustados y controlados de forma digital.** Gracias a la capacidad de memoria para 9 programas, cada vez que el usuario optimice una rutina de tamizado podrá guardarla y repetirla en cualquier momento.



### VALORES MEDIOS Y DESVIACIONES ESTÁNDARES

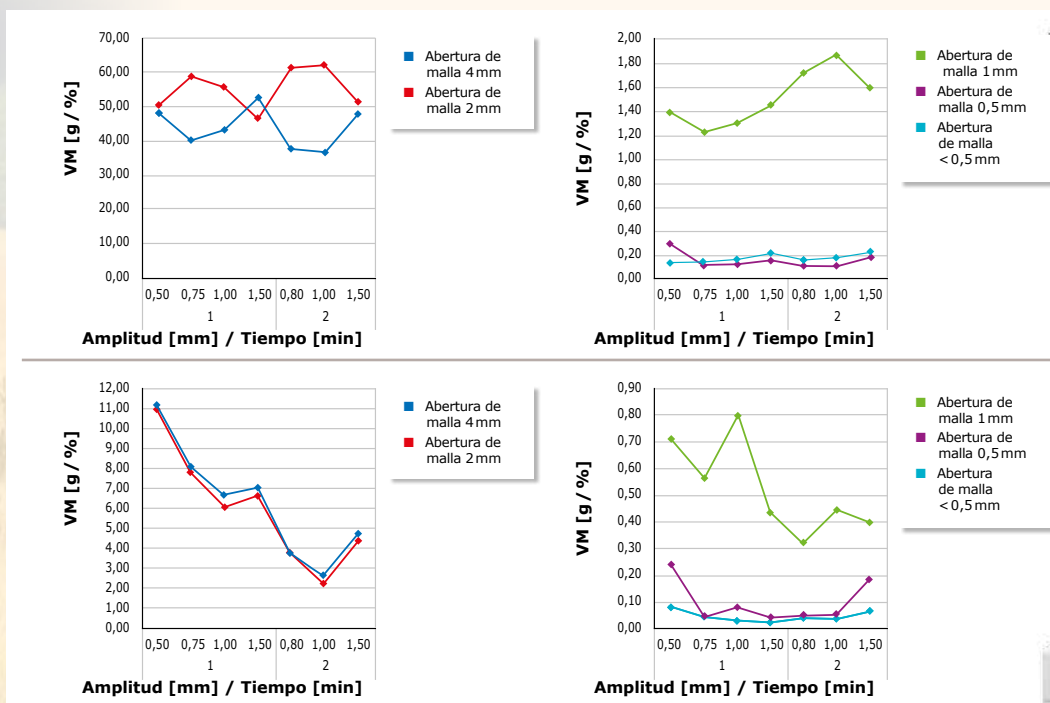


Fig. 1: Valores medios (arriba) y desviaciones estándares (abajo) de las fracciones obtenidas al tamizar los copos de avena orgánica "Bio Haferflocken grbl. 480er" con diferentes parámetros de amplitud y tiempo.

La desviación estándar más pequeña se obtuvo con un tiempo de tamizado de 2 minutos y una amplitud de 1 mm. Esta combinación constituye por lo tanto un protocolo de tamizado adecuado para este tipo de copos de cereal y puede ser usado en el futuro para el control de calidad.



Tamizadora vibratoria AS 200 control  
www.retsch.es/as200

## ANALIZADOR DE PARTÍCULAS CAMSIZER® XT

- ▶ Procesamiento digital de imágenes con sistema de dos cámaras patentado
- ▶ Rango dinámico de medición de 1 µm a 8 mm
- ▶ Detección fiable de cantidades mínimas de partículas "demasiado grandes" y "demasiado pequeñas"
- ▶ Tiempo de medición muy corto, de 1 a 3 minutos
- ▶ Sistema modular X-Change que permite la dispersión en seco y en húmedo
- ▶ Resultados 100 % compatibles con los del análisis por tamizado

El café en grano es una de las mercancías actualmente más comercializadas, estimándose que en el mundo se toman alrededor de 1,4 billones de tazas diarias. El sabor del café viene determinado por el tueste de las semillas, el grado de trituración, así como por el método y la calidad de su preparación. Dependiendo de la forma de preparación y filtrado del café molido (espresso, café de filtro, moca) se requieren diferentes granulometrías para que desarrolle todo su aroma. La determinación de la distribución granulométrica adquiere crucial importancia en el momento de la molienda de los granos, ya que esta afecta de forma decisiva las propiedades de cocción y filtrado, y por lo tanto el sabor y la digestibilidad del café.



Analizador de partículas CAMSIZER® XT

[www.retsch-technology.es/camsizerxt](http://www.retsch-technology.es/camsizerxt)

# Más aroma del grano

## Análisis del tamaño y la forma de las partículas del café molido

### MIENTRAS MÁS FINAS, MEJOR

Lo más importante durante la preparación del café es alcanzar una extracción óptima de los compuestos aromáticos, los cuales son liberados, por ejemplo, haciendo pasar agua caliente por el café molido. Mientras más fina sea la granulometría del café, más rápido se podrá extraer una mayor cantidad de compuestos del sólido a la bebida. Cuando el grado de molienda no se selecciona en función de la duración y la temperatura del proceso de cocción, se corre el riesgo de que se extraigan muy pocos o demasiados compuestos. El primer caso se produce cuando las partículas son muy gruesas, resultando en un café con poco aroma. En el segundo caso, los granos se han molido demasiado y el café tiene un gusto amargo por la cantidad de sustancias amargas y taninos disueltos en este.

Con una determinación granulométrica fiable puede implementarse de forma

óptima un grado de molienda reproducible según el método de preparación que permita obtener en cada caso un café de buen sabor con aroma balanceado.

Debido a su alto contenido de aceite, su amplia distribución granulométrica y la forma irregular de las partículas, el café molido es un material a granel de comportamiento difícil, ya que las partículas tienden a aglomerarse, tienen poca fluidez y son difíciles de transportar. Estos aspectos tienen que ser considerados por los métodos de medición mecánicos y ópticos.

La distribución granulométrica del café molido se determinaba tradicionalmente con la técnica de tamizado analítico. Hoy en día, no obstante, se ha establecido como método estándar el de difracción láser.

Ambas técnicas presentan límites en cuanto a la metodología y los dispositi-

vos empleados para la medición. Debido a su tendencia a aglomerarse, en el análisis por tamizado el polvo de café no se dispersa lo suficiente como para determinar exactamente el porcentaje de finos y gruesos. La difracción láser permite una mejor dispersión del polvo mediante aire comprimido o por vía húmeda; sin embargo su rango dinámico limitado, así como su resolución y sensibilidad bajas en el rango de partículas grandes impiden una detección completa de la fracción de gruesos. Además, ninguno de los dos métodos suministra información acerca de la forma de las partículas.

El analizador óptico de partículas CAMSIZER XT es un aparato basado en el análisis dinámico de imágenes y se ha convertido en una alternativa superior a la difracción láser, no sólo para el café molido.

El polvo de café normalmente presenta una distribución granulométrica muy amplia con un alto contenido de partículas finas y gruesas. Las partículas finas alcanzan tamaños inferiores a los 200  $\mu\text{m}$ , y las gruesas pueden llegar a 2 mm. Gracias al sistema de dos cámaras patentado y su rango dinámico de medición tan amplio, este aparato puede determinar con una resolución y exactitud estadística altas el porcentaje tanto de partículas finas como gruesas.

Esto puede observarse claramente en la figura 1, que muestra los resultados del análisis de varias muestras de café molido de diferente granulometría. Para la medición, las partículas fueron dispersadas con aire comprimido en el cartucho X-Jet (fig. 2). Retsch Technology ha desarrollado un canal vibratorio para encaminar sin problemas hacia el área de medición las muestras a granel que tienden a aglomerarse, tales como el polvo de café.

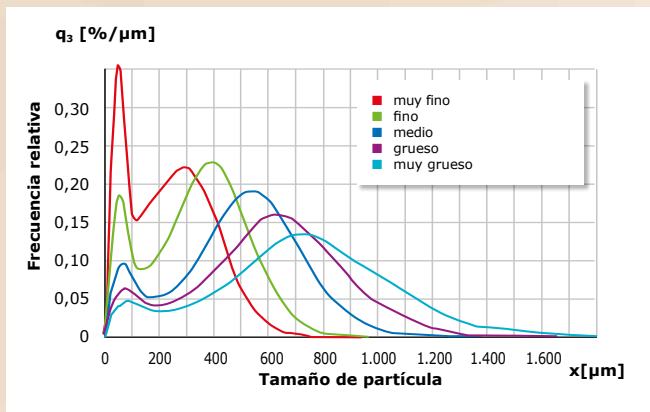


Fig. 1: Medición de 5 muestras de café molido de diferente granulometría con el CAMSIZER XT

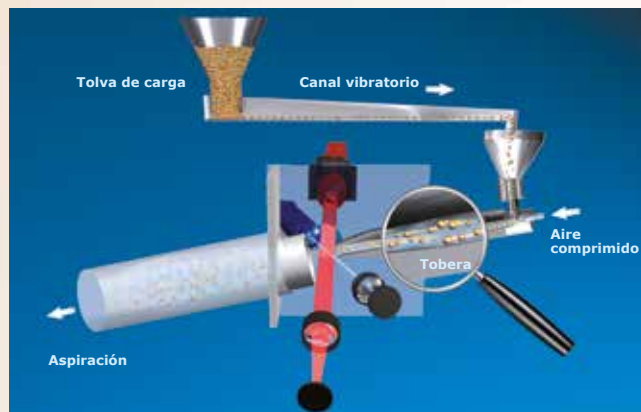


Fig. 2: Representación esquemática del método de dispersión en el cartucho X-Jet

### LA FORMA IMPORTA

El grado de tueste de los granos de café afecta su fragilidad. El café molido de granos frágiles generalmente está compuesto por partículas más angulosas o puntiagudas, lo cual hace que al envasar el producto al vacío este tenga menos densidad. Tanto la distribución granulométrica como la forma de la partícula afectan la densidad de la carga a granel, las propiedades de filtración y extracción de compuestos del sólido, y por lo tanto la calidad del café preparado. En las figuras 3a y 3b puede observarse que el CAMSIZER XT con su tecnología de análisis de imagen determina simultánea-

mente el ancho y el largo de las partículas, así como el diámetro de un círculo área equivalente. Los resultados obtenidos para estos parámetros muestran una marcada diferencia, lo cual es típico de partículas con forma irregular. En comparación, el resultado de la difracción láser, que considera todas las partículas redondas, suministra sólo una sección transversal de la anchura y la longitud de las partículas. Como puede observarse claramente en la figura 3b, la difracción láser no detecta de forma correcta el porcentaje de gruesos mayores de 1 mm.

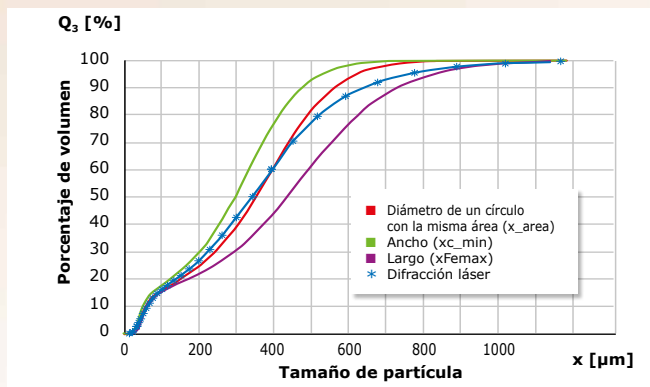


Fig. 3a: Resultados de la medición de una muestra de café con una distribución granulométrica entre  $\sim 10 \mu\text{m} - 1000 \mu\text{m}$  con el CAMSIZER XT y con difracción láser.

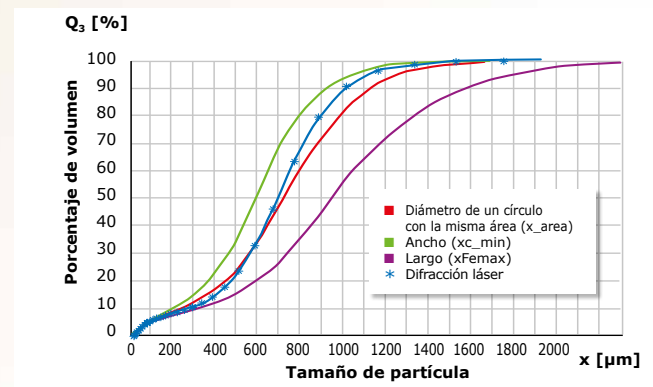
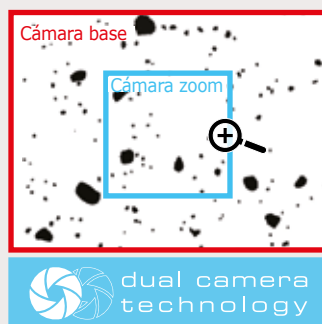


Fig. 3b: En una muestra de café con una distribución granulométrica amplia ( $\sim 10 \mu\text{m} - 2000 \mu\text{m}$ ) el aparato de difracción láser no detecta correctamente las partículas gruesas  $> 1 \text{ mm}$



### PRESTACIONES

#### ANALIZADOR DE PARTÍCULAS CAMSIZER® XT

|                        |   |
|------------------------|---|
| Principio de medición: | análisis dinámico de imágenes (ISO 13322-2)   |
| Rango de medición*:    | 1 $\mu\text{m} - 8 \text{ mm}$<br>10 $\mu\text{m} - 8 \text{ mm}$ (dispersión por caída libre)<br>1 $\mu\text{m} - 4,5 \text{ mm}$ (dispersión por aire comprimido)<br>1 $\mu\text{m} - 600 \mu\text{m}$ (dispersión en húmedo) |
| Tipo de análisis:      | Medición en seco y en húmedo  |
| Tiempo de medición:    | $\sim 1 - 3$ minutos  |

### MATERIALES TÍPICOS DE MUESTRA

Aditivos alimenticios (vitaminas, ácido cítrico, sulfitos, etc.), especias, café (en polvo, granulado liofilizado, granulado instantáneo), alimentos en polvo y granulados, sal, granulados en forma de aerosol o en leche fluidizado, azúcar

# RETSCH MARCA PAUTAS

EN LA PREPARACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES SÓLIDOS

RETSCH es el líder mundial en soluciones para la trituración, homogeneización y determinación granulométrica de sólidos en controles de calidad.

## TRITURACIÓN

- Trituradoras de mandíbulas
- Molinos de rotor
- Molinos de corte
- Molinos de cuchillas
- Molinos de discos
- Molinos de mortero
- Molinos mezcladores
- Molinos de bolas



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

- Tamizadoras
- Tamices analíticos
- Software de evaluación
- Análisis del tamaño y la forma de las partículas mediante el método de procesamiento dinámico de imágenes (RETSCH TECHNOLOGY)
- Espectrómetro de difracción láser (RETSCH TECHNOLOGY)



## ASISTENCIA

- Divisores de muestras
- Alimentadores
- Secadora rápida
- Baños ultrasónicos
- Presnas peletizadoras



## OTRAS SOLUCIONES DE VERDER SCIENTIFIC PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

### CARBOLITE

#### CALCINACIÓN

Los hornos de calcinación de la serie AAF de CARBOLITE se usan con éxito para la preparación de muestras de alimentos y piensos. Gracias a su gran volumen de cámara y a su temperatura máxima de 1.200°C, en estos hornos pueden calcinarse muchas muestras simultáneamente. Estos se caracterizan además por su excelente uniformidad de temperatura. [www.carbolite.com](http://www.carbolite.com)



### ELTRA

#### ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO

ELTRA es un especialista en análisis elemental y ofrece con el TGA Thermostep un analizador capaz de determinar de forma rápida y fiable parámetros tales como el contenido de humedad, cenizas y materia volátil. [www.eltra.com](http://www.eltra.com)



**VERDER**  
scientific

CARBOLITE

ELTRA

Retsch

Retsch  
TECHNOLOGY

Retsch GmbH | Retsch-Allee 1-5 | 42781 Haan | Alemania

Tel: +49(0)21 04/2333-100 | Fax: +49(0)21 04/2333-199 | [info@retsch.es](mailto:info@retsch.es) | [www.retsch.es](http://www.retsch.es)