



# Tostado y molido del Café

*Una infusión de café verde sin tostar es imbebible. Es con la delicada y artesanal operación del tostado con la que el café desvela sus secretos. El café variará de aspecto, hinchándose, cambiando de color y haciéndose quebradizo. Aumentarán las sustancias grasas, disminuirán los azúcares y los ácidos clorogénicos, y en una maravillosa sinfonía para nuestro gusto y olfato, aparecerán más de 700 compuestos aromáticos, hasta ese momento celosamente guardados. Vamos a intentar describir de forma clara los mejores métodos de tostar y moler industrialmente el café.*

## PRINCIPIOS GENERALES

### Transformación del café

El tueste del café es una fase vital dentro de su cadena de elaboración. Hay quien sostiene, y no le falta razón, que un buen tueste influye más en la calidad de una taza de café, que la bondad de la mezcla escogida. El proceso de tostar los granos del café verde consiste en someterlos durante un tiempo limitado a una alta temperatura, intervalo durante el cual:

- Pierde peso, alrededor del 15/20%, debido en gran parte a la evaporación de su humedad y en menor parte a la pirólisis de algunos componentes.
- El grano aumenta de volumen, entre un 100 y un 130% en el caso del café natural en función del tiempo de tueste y entre el 70 y el 80% para el torrefacto.
- Su color amarillo verdoso se transforma en un marrón, más o menos oscuro en función del grado de tueste escogido.
- La composición química del grano sufre una importante transformación, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo. Azúcares, grasas, proteínas, sustancias nitrogenadas no proteicas, ácidos... todo sufre una transformación debido a las altas temperaturas a que es sometido el grano.

Este último punto es el más interesante desde una óptica gastronómica pues es de ahí de donde surgen los aromas y sabores que han convertido al café en el rey de las infusiones. El papel principal en este proceso está a cargo de las transformaciones de los carbohidratos, las grasas y los ácidos. Y una característica física importantísima es la solubilidad del café tostado -y molido-, factor decisivo para proceder a su infusión.

Para obtener las máximas cualidades de cada tipo de café, el tueste debe ser específico para cada uno de ellos. Hay en todo caso cuatro tipos de café muy diferenciados que exigen tuestes específicos: arábicas naturales y lavados, robustas naturales y lavados

### Variables básicas del tueste

Las variables básicas en el proceso de tueste del café son la temperatura y el tiempo en que ésta actúa. La temperatura no es constante, sino que varía a lo largo del proceso y los tiempos son inversamente proporcionales a la temperatura. Es difícil dar pautas generales pues intervienen:

Las características técnicas de las instalaciones industriales empleadas y

las distintas tecnologías utilizadas por cada fabricante.

- Los niveles de producción esperados: no es lo mismo el sistema empleado por un tostador medio, que puede tostar unas horas al día, que el necesario para una gran empresa funcionando sin interrupción.
- El producto final a obtener: grano tostado, café soluble, liofilizado...
- El gusto de cada mercado o tipo de consumidor. Los países nórdicos gustan de un café menos tostado que los mediterráneos, la hostelería precisa un café distinto al consumido en alimentación, las máquinas de café expreso requieren distinto tipo de café que una doméstica...





La variedad del café, dado que cada tipo requiere un tueste adecuado.

### Temperatura de tueste

La temperatura de tueste depende del tipo de máquina de tostar, del tiempo de tueste y de la intensidad del color final requerido.

En una primera fase se seca la humedad del café y es la fase que influye menos en el gusto final. En una segunda fase se origina la expansión de las celdillas del grano de café y empieza la creación de los gases. La tercera fase debe ser más lenta pues es la que confiere básicamente el gusto final al producto.

### Tiempo de tueste

Oscila entre un minuto y un máximo de 25 o hasta 30 minutos, según sistemas:

**Sistema lento.**- de 15 y hasta 20 minutos, es muy apreciado por los tostadores artesanos. Se consigue así un grano con un color oscuro y uniforme, bonito, con una óptima presencia para ser vendido al detalle y en grano.

**Proceso rápido.**- de 1 a 3 minutos, tiene detractores que le achacan que produce menos calidad que el sistema anterior. Con él se obtiene menos merma al tostar -se gana alrededor de un 2%- y se utiliza principalmente para tostar los cafés de calidades inferiores, normalmente vendidos molidos. El sistema de tueste rápido se aplica en países nórdicos y no es que produzca una menor calidad, sino que da un resultado al gusto local; allí no es aceptado el tueste tipo español pues le encuentran un exceso de acidez y agresividad en el paladar, aunque al utilizar normalmente el doble de agua por unidad de café, queda más diluido.

Las mermas pueden ser las mismas si se controla con el colorímetro el tueste del café molido, pues así se controlan todas las partidas del café y no sólo el color de la parte exterior del grano que siempre queda más tostada que la interior.

Asimismo la determinación de los tiempos de tueste de las mezclas de café viene dada por diferentes aspectos:

- Los hábitos de consumo del país en que se venda o consuma
- El tipo de máquina en la que se tuesta
- El tipo de café que vamos a tostar: los cafés más ácidos necesitan un tueste más largo y algo más oscuro si queremos matar algo esta acidez para que no sea agresiva. Los más neutros necesitan un tueste más corto
- El tipo de tueste: por tipo de origen o blends en conjunto
- El destino del café: hostelería o alimentación

### El tueste para café expreso

Si bien en gustos todo es opinable, los cánones en este punto apuntan a un café tostado oscuro para cada una de las posibles variedades que constituirán la mezcla ideal. Esto excluye tostar una mezcla y obliga a mezclar después del tueste, punto este que ha dado lugar a amplias y no resueltas controversias entre profesionales. Se utilizarán mayoritariamente variedades arábicas, no excluyendo pequeñas cantidades de robusta. Aquí el maestro tostador es una pieza fundamental, ensayando y catando cuantas veces sean necesarias hasta dar con aquel sabor y aroma que serán la característica de la marca. Una vez decidido, las modernas tecnologías puestas al servicio de los maestros tostadores permiten repetir de forma sistemática el proceso de tueste y fabricar productos de las mismas características, lo que facilita el trabajo del molinillo y de la cafetera en el bar, consiguiendo una taza de café con personalidad propia.



# SISTEMAS DE TUESTE

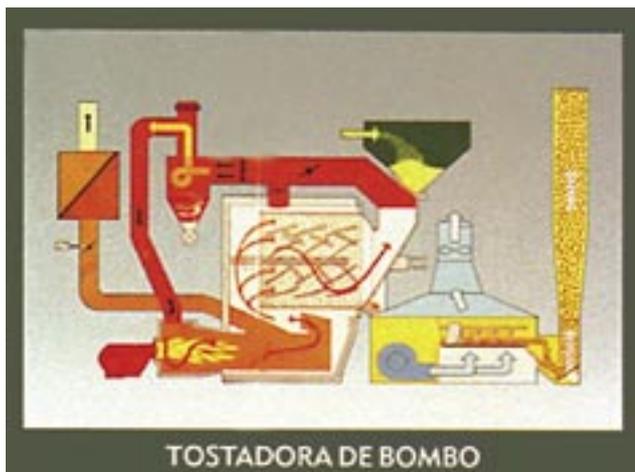
## SISTEMAS DE TUESTE

Hay dos grandes divisiones:

Tostadoras por cargas y tostadoras en continuo, según se encadenen procesos de tueste uno tras otro, o sea un único proceso continuamente alimentado.

### 1 - TOSTADORAS POR CARGAS O TANDAS

Es el sistema más extendido, utilizado por la mayoría de tostadores de tamaño medio o pequeño. Existe un abanico de máquinas con capacidad de tueste que va desde los 5 kg hasta los 600 kg. Dentro de este apartado, podemos contemplar varias clases:



#### Sistema tambor

Es un proceso largo, entre 12 y 18 minutos, y se tuesta por aire caliente. La cantidad de aire caliente se mantiene constante o varía según las características de la tostadora, escalonando su temperatura durante todo el proceso. Este aire es relativamente seco, con un contenido de agua de los gases de escape de 18 g por m<sup>3</sup>. Con este sistema se consigue una gran uniformidad del tueste del grano, tanto en el núcleo como en la superficie, debido al reparto uniforme del aire caliente en toda la masa de café que está girando dentro del bombo. Este sistema es óptimo para tostar cafés de diferentes características y permite realizar tuestes oscuros.

No existe un sistema único que guíe todos los pasos dentro del proceso: cada fabricante y cada tostador, en función de su experiencia, de sus gustos personales y de la variedad de café tratada, le da un sello personal. Así, varían el escalado de temperatura, siempre oscilando alrededor de los 200 °C, o introducen aire ambiente para abrir el grano y no quemarlo al frenar la combustión, o vaporizan el café en la última fase

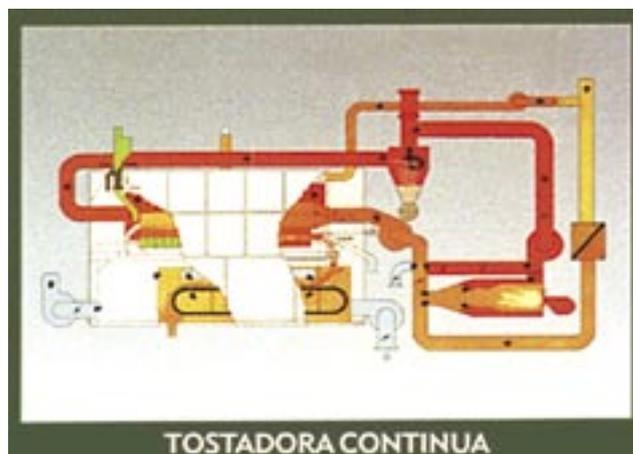


del tueste inyectando agua a razón de +/- 1 litro por cada 10 kg de café. Hay quien está en contra de añadir agua en esta fase pues han comprobado que puede enranciar el café y prefiere el sistema de enfriado por aire, que potencia la conservación de aromas y sabores.

Hay tostador muy satisfecho con una tostadora de bombo perforado de acero inoxidable, que hace posible la entrada de aire y desarrolla más el café.

Cada máquina lleva consigo un cuadro de mando con amplia información del proceso, generalmente automático, siguiendo un programa seleccionado y evidentemente con la posibilidad de la intervención manual. El proceso se controla habitualmente por temperatura y no por tiempo, siendo aún imprecisos los sistemas de control basados en la colorimetría. Ya no es necesario, como antaño, el "oído" del maestro tostador atento al final del proceso, en que el café al hincharse y tostarse, se resquebraja y cruje, -lo que en el argot se conoce como "cantada"- y había que estar atento, puesto que poco después se producirá una segunda "cantada" que no debe pillar al café dentro del bombo, sino ya fuera, en el proceso de enfriamiento.

El enfriado se realiza en un tambor circular, removiendo el café con unas palas, a temperatura ambiente. La base es de chapa perforada y un potente motoventilador en la base aspira el aire a través de los granos.





Existen hoy en día sistemas de determinación de color lo suficientemente fiables para mejorar en mucho la apreciación humana que por muy experta que sea está influenciada por la diferencia de luz ambiente (por ejemplo entre la mañana y la tarde). Para una buena reproducibilidad el sistema de control se hace por color de tueste y por tiempo, por lo que la temperatura necesaria para tostar es una consecuencia de estos dos parámetros anteriormente citados.

### Sistema turbo o convección

Es una variante del sistema convencional a tambor. La diferencia estriba en que la aportación de calor se realiza totalmente por convección y prácticamente sin conducción, permitiendo unos tuestes más rápidos, del orden de 5 a 6 minutos. La temperatura del aire de tueste es de aproximadamente 550 °C, escalonándose durante el proceso y regulando su cantidad en determinados momentos.

Existen máquinas de este tipo que pueden tostar café hasta en 14 minutos haciendo unas adaptaciones en su funcionamiento original. El café en estas máquinas está en flotación y por lo tanto los granos no se pueden quemar con el contacto de las partes metálicas con temperaturas más altas que las del aire caliente.

### Sistema lecho fluido

Es una combinación de los sistemas tambor y convección. Con este sistema se puede efectuar un proceso en 5 o 6 minutos y permite una gran variedad de tipos de tueste.

El café está en una cámara estática, que tiene perforada únicamente la base, por donde se inyecta aire caliente a presión, que provoca que los granos de café se muevan en suspensión. El café es impulsado por una fuerte corriente de aire caliente que fluye del fondo perforado, obligando al café a elevarse por un lateral describiendo una curva o bóveda en la parte superior de la

cámara y descendiendo por el lateral opuesto. Durante el proceso, los humos son aspirados y se elimina la cascarilla, que es depositada en un ciclón colector. El quemador calienta los humos hasta una temperatura de 600/700 °C, para proceder a una óptima combustión de las impurezas.

### 2 - TOSTADORAS CONTINUAS

Es un sistema empleado para producciones rápidas, elevadas y continuadas, de un mismo tipo de producto. Requiere elevadas temperaturas y grandes caudales de aire, pues no existe una acción de mezcla de los granos en proceso de tueste tan elevada como en los sistemas más tradicionales por cargas o tandas. Esta menor mezcla es compensada por una mayor acción del aire caliente soplado desde las toberas a través del café situado en las celdas.

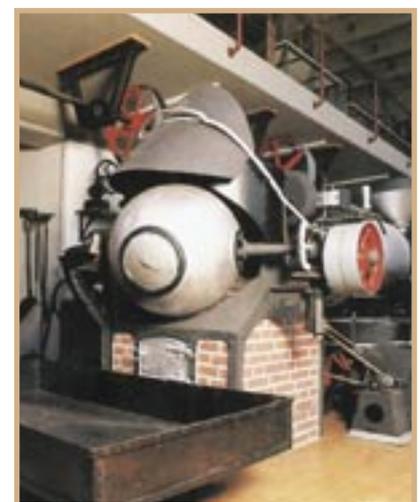
En la primera fase de tueste, en el momento de deshidratación del grano, la velocidad del aire es más reducida y la temperatura es menor, incrementándose hasta valores del orden de los 300/400 °C. Este sistema, por ser continuo, no tiene fase de regeneración de oxígeno y humedad durante la descarga, debiendo ajustar unos valores óptimos que se mantendrán después de forma constante.

No existe calor por conducción, sólo por convección, y el contenido de humedad es de unos 130 g por m<sup>3</sup>. El tiempo que tarda un grano de café en entrar y salir tostado es de 5 a 6 minutos.

### 3 - TOSTADORAS PARA TORREFACTO

El torrefacto utiliza un sistema de tueste esencialmente igual al tostado del café natural, pero con alguna variante obligada por la necesidad del añadido del azúcar o producto equivalente en la mitad del proceso. Estas tostadoras son una combinación de las del tipo "tambor", pero con un sistema de aportación de aire caliente. Ello permite que en la primera fase de tueste del café verde se comporte como una "turbo" y en la fase de torrefacto como una tostadora de "tambor". Existen en el proceso tres pasos diferenciados:

- A - Entra el café en el bombo y es llevado hasta una temperatura 20/30 grados por debajo de la de tueste.
- B - Se introduce el azúcar, sacarosa o jarabe de glucosa para ser mezclado





y fundido alrededor de los granos de café. Este paso dura unos 4 minutos, durante el cual el aire circula por el exterior del bombo.

C - Último paso que se inicia con la caramelización del azúcar alrededor de cada grano. Aquí el aire caliente circula mayoritariamente por el interior del bombo y en menor cantidad por el exterior, por contacto. En este paso puede introducirse agua para enfriar el producto.

Finalizado el proceso, se descarga en un bombo enfriador, de las mismas características de los usados en el tueste natural, si se trata de un equipo de cargas pequeñas, o en un bombo cilíndrico para todo tipo de cargas.



#### 4 - TUESTE MIXTO.

Los tostadores grandes o medianos disponen normalmente de una instalación para el tostado del café natural y otra para el torrefacto, pero existen instalaciones mixtas para producciones más modestas.

Se trata de una variante de los equipos para tueste torrefacto, a los que se les ha incorporado un enfriador y

ciertos elementos complementarios, que permiten además el tueste natural, siendo posible en un solo conjunto tostar café torrefacto y natural.

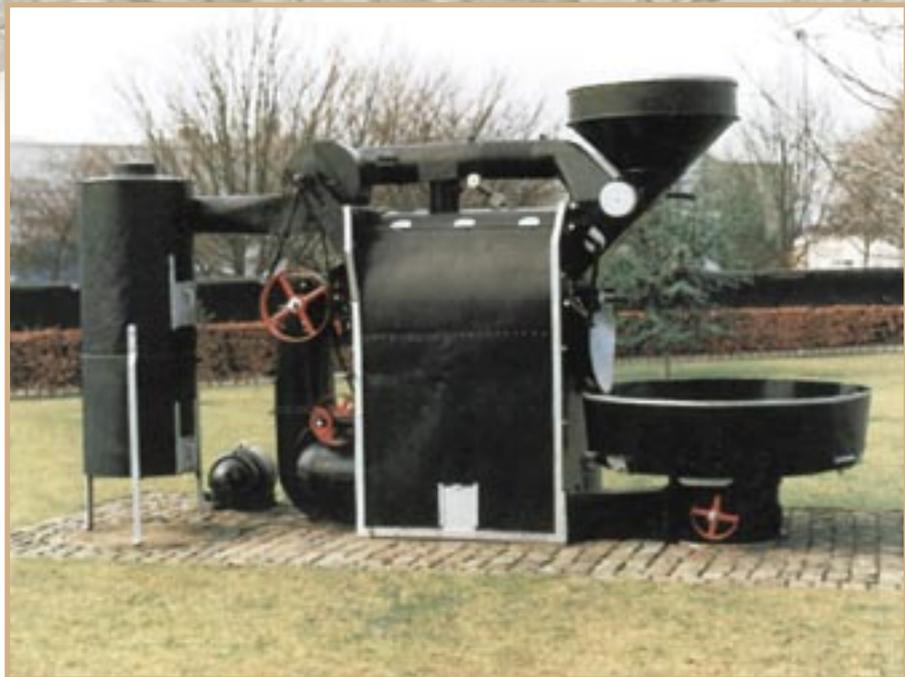
Esta versión permite, cuando se procesa café natural, eliminar la fase de incorporación del azúcar y finalizar el tueste como los equipos para el natural.

## 5 – TUESTE RÁPIDO

El concepto “tueste rápido” abarca de 1 a 3 minutos, tiempo durante el cual los granos de café están expuestos al calor. Un café tostado de forma rápida tiene un grano de mayor volumen, aumenta el contenido en grasa, ácido, extracto y humedad, perdiendo un 2% menos de peso, tiene una desgasificación más rápida e incrementa su capacidad de extracción.

En este sistema, de gran complejidad, la temperatura del aire puede alcanzar los 600 °C, los circuitos de control son importantes y el tema de seguridad es fundamental.

No siempre un café tostado a ciclo rápido desarrolla el mismo sabor y aroma que si se hubiera tostado a ritmo lento, a 7 minutos, por ejemplo. Ello conlleva que si un tostador cambia de sistema, deberá seguramente cambiar de mezcla básica para obtener al final el sabor que su clientela espera.



## SISTEMAS PARA EL TRATAMIENTO DE HUMOS

Existen normativas para evitar la contaminación atmosférica causada por las emisiones de humos en el proceso de tostado del café y varios sistemas para eliminar la contaminación ambiental o reducir las emisiones a los límites adecuados. Repasaremos los conceptos más importantes.

### Recirculación

Los equipos provistos de este sistema, que reutiliza una parte importante de los gases de combustión, mejoran su rendimiento y propician un significativo ahorro de energía.

### Quemador de humos

Con él limpiamos los gases procedentes del tueste antes de ser lanzados a la atmósfera. Un quemador de humos funciona habitualmente a una temperatura de 180°C. Los humos no recirculados entran en el primer nivel del quemador, girando en sentido favorable a la proyección de la llama, favoreciendo su centrifugación para mantener en el segundo nivel la máxima temperatura en la misma cámara de combustión y así ascender al tercer nivel donde se corta el giro para optimizar en toda su sección la tubería de salida.

Las temperaturas aumentan según las fases del tueste y dependiendo del resultado que se pretende en cuanto a olor, partículas, opacidad y porcentajes de componentes. La temperatura límite de funcionamiento es de 750 °C

### Catalizador

Estos equipos realizan la depuración de los humos mediante una reacción química. En algún caso se incorporan a la salida de los quemadores de humos para realizar una acción conjunta.

### Ciclones de Lavado

Con ellos se limpia el aire enfriado que arrastra partículas e impurezas del café desprendidas durante el proceso. Este aire se aspira por un ventilador y se provoca una expansión del caudal del aire, al tiempo en que se le pulveriza con agua a 3 bars de presión y a temperatura ambiente. Las partículas se humedecen y son centrifugadas hasta el fondo del ciclón. El aire, libre de partículas y enfriado por el efecto de la evaporación del agua y su contacto con las paredes humedecidas del ciclón, sale limpio al exterior por la tubería de salida. El agua se filtra y recicla en circuito cerrado, evitando su consumo excesivo.

## MOLINOS INDUSTRIALES DE CAFÉ

El molido es una operación clave dentro de la cadena de elaboración de un buen café, a la que se le da muy poca importancia. El grano molido debe tener una granulometría perceptible al tacto y no llegar a tener una consistencia harinosa. Si está poco molido, al realizar la infusión, no se extraerán todos los sabores, y si lo está excesivamente, se disolverán excesivamente los componentes menos aromáticos y más amargos, además de formarse una pasta que dificultará el proceso.

Para cada uso y para cada tipo de máquina, existe un grado adecuado de molturación del café. Hubo un tiempo en que estaba prohibido vender café molido envasado, para evitar picarescas indeseadas, pero hoy es normal la compra del café molido, con lo que el consumidor puede ahorrarse la delicada operación de moler el café en su grado justo.

La determinación de la granulometría o medida de las partículas molturadas, está en función del tipo de cafetera que se usará en la preparación del café. Las partículas resultantes de la molturación pueden medirse con diferentes sistemas de los que los más conocidos son por cedazos de diferentes medidas o por el medio más moderno a base de láser, más exacto y rápido que los anteriores. A través de estos controles, también se averigua el desgaste de las fresas o rodillos.

Tanto las cafeteras tipo Mocca o de fuego como las de filtro, admiten diferentes tipos de molturación, desde gruesos de promedio de 650  $\mu$ . Hasta los más finos de 430  $\mu$ . El resultado final de un mismo café en una misma cafetera será diferente si variamos la molturación, tanto por el efecto de la misma como por la cantidad de producto (a más fino, más cantidad en el mismo volumen)





Es importante el control de la temperatura del café molido: esta no puede estar por encima de 50°C (lo ideal es conseguir que no supere los 35°C) ya que a partir de aquí podemos notar gustos de café requemado y además tendremos más pérdidas de gases y aromas de lo habitual. La velocidad del motor, el estado de las fresas o rodillos y la refrigeración del sistema son elementos que hay que tener en cuenta para preservar la calidad del café.

Hay dos tipos principales de molinos: los que usan fresas y los que usan rodillos.

### Molinos de fresas

Se muele mediante dos fresas, una fija y otra rotatoria, atrapando y triturando el café entre ambas. La separación de las fresas es graduable, con lo que se puede obtener la granulometría precisa: desde un café casi pulverizado para el café turco, hasta granulometrías de 0,7 mm o superiores.

Las fresas son mecanizadas a partir de aceros especiales de gran dureza, y es muy importante el dibujo y las líneas de salida. Existe un desgaste debido tanto a la temperatura de trabajo, que dilata los discos, como al roce continuado en el trabajo de molturación. Influye el tipo de molturación -más desgaste en molido fino que grueso-, el grado de tueste y el tipo de café, siendo el torrefacto el más abrasivo.

La calidad de estos molinos reside principalmente en el fresado de los discos, los materiales utilizados en su preparación y la refrigeración, que puede ser por aire o por agua, incidiendo en una o en ambas fresas. Un correcto fresado evita que se produzca polvo al moler, aportando esponjosidad al producto y el consiguiente aumento de volumen del paquete.



Se construye este tipo de molino con capacidades de molturación de hasta 500 kg por hora.

### Molinos de Rodillos

Son molinos de gran capacidad, desde 500 a 4.000 kg por hora, usados en las grandes industrias transformadoras de café molido. Son de accionamiento hidráulico o electromecánico y utilizan juegos o parejas de rodillos fresados, habitualmente en tres pasos:



Existen molinos que aportan un cuarto paso para obtener la granulometría del café expreso.

La alimentación del molino se lleva a cabo por vibración con cortina de descenso, para conseguir que el grano llegue a la primera fase con caudal regular y distribuido en toda la amplitud del rodillo. Una vez el café ha superado las distintas fases del molido, un sin-fin extractor lo transporta a un compactador para conseguir una densidad uniforme que favorezca el envasado automático. En este tipo de molinos la refrigeración de los rodillos es por agua. Una estación independiente refrigera agua que alimenta en circuito cerrado el interior del eje de los rodillos y el sin-fin extractor.

### INSTALACIONES EN COFFEE SHOPS

La nueva cultura del café está creando una masa creciente de consumidores exigentes. Para satisfacer sus necesidades, empiezan a proliferar minitostadores con tiendas abiertas al público, vendiendo distintas variedades de cafés de gran calidad. La rápida oxidación del café tostado no aconseja que un establecimiento tenga almacenadas muchas variedades de cafés tostados, lo que conlleva el tueste diario de pequeñas cantidades.

Grandes o pequeños, todos los tostadores tienen los mismos problemas cualitativos, por lo que un tostador artesano deberá disponer de los mismos elementos que una gran empresa: un equipo tostador y un molino, ambos de tipo industrial, pero de escala y producciones reducidas. Podrá ahorrarse los sistemas automáticos de control y programación, pero no el sistema básico que crea la calidad.

Existen fabricantes que ofrecen una amplia selección de maquinaria de pequeñas producciones y gran fiabilidad técnica: tostadoras por aire caliente desde 1 a 10 kg por carga, y pequeños molinos industriales de 2 kg por minuto. Son máquinas habitualmente funcionan ante el público, vistosas, con acabados de gran calidad, que son complementadas por pequeños silos, mezcladoras y dosificadores.

**Albert Solà**

Agradecemos la colaboración de: Discaf, Jordi Ros, Josep Rovira, Probat, Scolari, Tecaire y Vittoria,