

INFLUENCIA DEL MÉTODO DE COCCIÓN SOBRE EL COLOR Y LOS ANTIOXIDANTES DE COLIFLOR

González Neri D.; Gely María C.; Pagano Ana M.
 Núcleo TECSE (Tecnologías de Semillas y Alimentos)
 Área de Procesos - Departamento de Ingeniería
 Química - Facultad de Ingeniería -
 Universidad Nacional del Centro de la Provincia de
 Buenos Aires (UNICEN). Olavarría, Argentina.
 apagano@fio.unicen.edu.ar

En los vegetales, las principales características de calidad corresponden tanto a aspectos sensoriales como funcionales. Tal es el caso de las crucíferas, cuyo consumo se encuentra asociado a la prevención de enfermedades degenerativas como el cáncer. Sin embargo existe evidencia científica que indica que los procesos tecnológicos destinados a su acondicionamiento para el consumo pueden alterar las propiedades sensoriales y funcionales de los vegetales. En particular por los procesos de cocción que en general se emplean a escala doméstica por los consumidores.

El coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) es una crucífera que se destaca por su elevado contenido de compuestos antioxidantes del tipo polifenoles. En años recientes, los fenoles han sido objeto de numerosas investigaciones relacionadas con su consumo para la prevención de enfermedades degenerativas y cardiovasculares relacionadas con el estrés oxidativo. Esto se debe a su capacidad antioxidante, que previene la degradación de sustancias oxidables inhibiendo la acción de los radicales libres, así como también quelando metales, principales responsables de la formación de los mismos (Dai y Mumper, 2010). Estas propiedades han resaltado la importancia del consumo de determinados productos vegetales, convirtiéndolos en alimentos funcionales.

Sin embargo, los científicos han planteado la problemática de la estabilidad de los fenoles frente a los procesos, tanto industriales como domésticos, utilizados para acondicionar los productos vegetales para su consumo. Muchos estudios se centran en el efecto de



los tratamientos de cocción domésticos sobre los parámetros mencionados con anterioridad. Turkmen y col. (2005) analizaron el efecto de los procesos de cocción al vapor, por microondas y por ebullición sobre la concentración de fenoles y la capacidad antioxidante en pimientos, chícharos, brócoli, espinaca, frijoles verdes, calabacín y puerro, observando un efecto significativo de los tratamientos sobre el contenido de fenoles en el caso de pimientos, chícharos y brócoli. Por otro lado, la capacidad antioxidante de las muestras tratadas sufrió variaciones dependientes del tipo de muestra y no del método de cocción.

Anwar y col. (2008) evaluaron la cocción por ebullición, fritura y microondas de chícharos, zanahorias, espinacas, repollo, coliflor y nabo, analizando su efecto sobre la actividad antioxidante de estas hortalizas, encontrando que todos los tratamientos influyeron significativamente. Sin embargo el tratamiento por microondas produjo un efecto deletéreo mucho menor, garantizando una mayor retención de componentes antioxidantes.

Faller y Fialho (2009) compararon los efectos de tratamientos domésticos de ebullición, microondas y vapor sobre el contenido de fenoles solubles e hidrolí-

zables y su capacidad antioxidante en vegetales convencionales y orgánicos como papa, zanahoria, cebolla, brócoli y repollo blanco. Se observaron pequeñas diferencias en la reducción de antioxidantes producidas por los diferentes métodos de cocción, pero una alta sensibilidad de los productos orgánicos a los tratamientos.

También Chiavaro y col. (2011) estudiaron cómo la cocción por ebullición y por vapor afecta el contenido de fitoquímicos (como carotenoides, clorofila, polifenoles, ácido ascórbico), la capacidad antioxidante total y el color de coliflor, zanahorias y espinacas congeladas. Se demostró que los tratamientos incrementaron la concentración de polifenoles en las hortalizas pero se redujo su capacidad antioxidante (principalmente en el tratamiento por ebullición). En todos los casos se produjo pérdida de color en las muestras tratadas.

Como puede notarse, la temática se encuentra profundamente trabajada, pero sin embargo todas las metodologías tienen en común la utilización de tiempos y temperaturas constantes, definidos en trabajos previos mediante análisis sensorial para la determinación de los tiempos óptimos de proceso. El presente trabajo da un nuevo enfoque a la problemática, realizando un análisis de la cinética y del grado de significancia que los procesos de cocción domésticos típicos –vapor, microondas y ebullición– ejercen sobre el color, el contenido y capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos presentes en muestras de coliflor basado en el uso de modelos estadísticos. Se presentan los resultados obtenidos para las variables óptimas (tratamiento de cocción, tiempo) que permiten conservar el color y el contenido y la calidad de los antioxidantes polifenólicos.

METODOLOGÍA

Se emplearon muestras de coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) adquiridas en el mercado local, seleccionadas de buen aspecto sensorial y en su punto óptimo de maduración, las cuales se lavaron, escurrieron, secaron y cortaron en piezas regulares.

PROCESOS DE COCCIÓN

Las muestras se sometieron a tres métodos de cocción: ebullición (15 min en agua destilada), al vapor (15 min a presión atmosférica) y microondas (5 min a 1000 W). Los tiempos fueron optimizados para cada proceso en un trabajo previo (González y col., 2015) barriendo un rango de 2 a 40 min dependiendo del tratamiento.

TOME EL CONTROL

Solución de monitoreo on line para temperatura, humedad y cadena de frío

- ★ Monitoreo remoto en tiempo real, gráficos y reportes.
- ★ Detección inmediata de desvíos y envío de alertas (visual, sonora, email o sms).
- ★ Desarrollo argentino con alto nivel de customización, escalabilidad y fiabilidad.

www.tmetrifica.com - info@tmetrifica.com

ARGENTINA - BOLIVIA - CHILE - COLOMBIA - PARAGUAY - URUGUAY

DETERMINACIÓN DE CAMBIO DE COLOR

Para la determinación de cambio de color (Eb) se empleó la metodología basada en el modelo de espacio de color CIE1976 $L^*a^*b^*$, que es una representación tridimensional de todos los colores percibidos por el ojo humano, mediante tres coeficientes. El parámetro "L" corresponde a luminosidad (0 indica negro y 100 blanco), "a" puede tomar desde valores negativos (verde) hasta positivos (rojo), mientras que "b" adopta colores de la gama de los azules hasta los amarillos. En una cámara con iluminación estandarizada DAYLIGHT 60W se obtuvieron imágenes digitales de las muestras tratadas y testigo (cruda) mediante una cámara fotográfica de 9,1 Mp. Las imágenes se procesaron mediante el software Adobe® Photoshop® determinándose los tres componentes de color (L, a, b) (Linares, 2011; Rodríguez, 2013) a partir de los cuales se evaluó el cambio de color relativo al producto fresco (L_0 , a_0 , b_0) como

$$E_b = \sqrt{(L_0 - L)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2}$$

EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE FENOLES TOTALES

Los compuestos fenólicos totales se extrajeron mediante la metodología utilizada por Girgin y Nehir El (2015) modificada empleando etanol:agua 50:50 v/v como solvente. El contenido de polifenoles totales se determinó por el método espectrofotométrico utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu. La presencia de fenoles se evidencia en el cambio de color del reactivo, midiéndose la absorbancia a 760 nm. El contenido de fenoles se calculó utili-

zando una curva estándar de ácido gálico, por lo tanto los resultados se expresaron en equivalentes de ác. gálico/100 g de muestra fresca (Desjardins y col., 2013).

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL

Se empleó el método basado en el uso del reactivo con acción oxidante DPPH (radical 2, 2-difenil-1-picrylhydrazyl) que tiene su mayor valor de absorbancia a 515 nm. La acción antioxidante de los polifenoles se calculó como la diferencia relativa entre la absorbancia de una solución 100 μ M de DPPH antes y 60 minutos después de incorporar el extracto de coliflor, con respecto a la medición inicial, denominando a este valor como porcentaje de inhibición de radicales a los 60 minutos (Faller y Fialho, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos de los parámetros analizados para los diferentes procesos de cocción, como promedio de triplicados con sus respectivas desviaciones. El análisis de la varianza (ANOVA) demostró diferencias significativas en los parámetros por efecto de los tratamientos de cocción ($p < 0.05$).

VARIACIÓN DE COLOR

La cocción por microondas es el proceso que más afectó la variación global del color (Eb) de las muestras con respecto al producto fresco, seguido por la ebullición y el vapor (Figura 1).

El cambio global de color producido por los tratamientos se calculó mediante los parámetros "L" (componente de luminosidad), "a" (componente verde-rojo) y "b" (componente azul-amarillo) del modelo CIE 1976 cuyos valores se muestran en la Figura 2, comparándolos con el testigo (muestra cruda). En general se puede observar que la luminosidad del producto fresco es mayor que la de las muestras tratadas, no obstante es más importante el efecto de la cocción sobre el resto de los parámetros de color. Las muestras cocidas presentan mayores valores en los componentes "a" y "b" de color, excepto el caso de tratamiento por vapor. El incremento de estos parámetros está relacionado con el desarrollo de tonalidades rojas y amarillas, tal como es posible notar en las fotos 1-4 de la figura 3. Una tendencia similar fue reportada por Flôres y col. (2015).

CONTENIDO DE FENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

La concentración de fenoles en las muestras cocidas fue menor que en el producto fresco (Figura 4). La pérdida de fenoles durante los procesos de cocción se

Tabla 1: Parámetros de calidad de muestras de coliflor sometidas a diferentes tratamientos de cocción, comparados con el producto fresco

Parámetros	Cruda	Método de cocción		
		Ebullición	Vapor	Microondas
Variación de color (Eb)		9.29 ± 0.74	8.69 ± 2.53	14.92 ± 3.03
Contenido de fenoles (mg eq. ác. gálico/100 g de muestra fresca)	99.838 ± 7.35	70.842 ± 5.47	92.577 ± 8.17	86.032 ± 2.73
Capacidad antioxidante (% inhibición 60 min)	40.15 ± 3.40	26.72 ± 5.09	52.37 ± 3.17	48.27 ± 3.84

FIGURA 1 - Parámetros de color L, a y b del modelo CIE para cada proceso empleado, comparativamente con el producto fresco

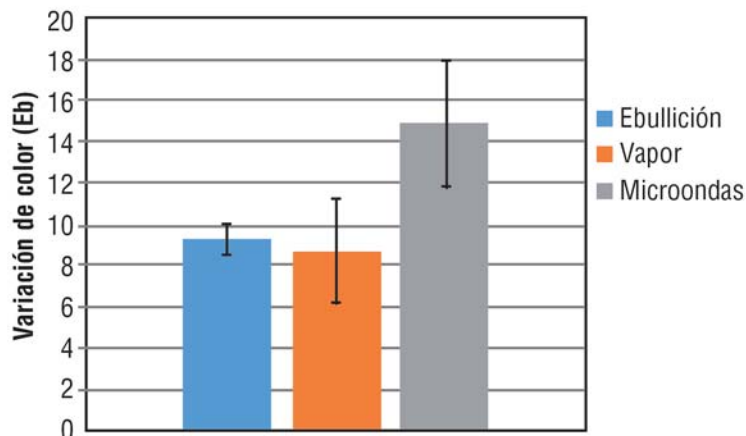
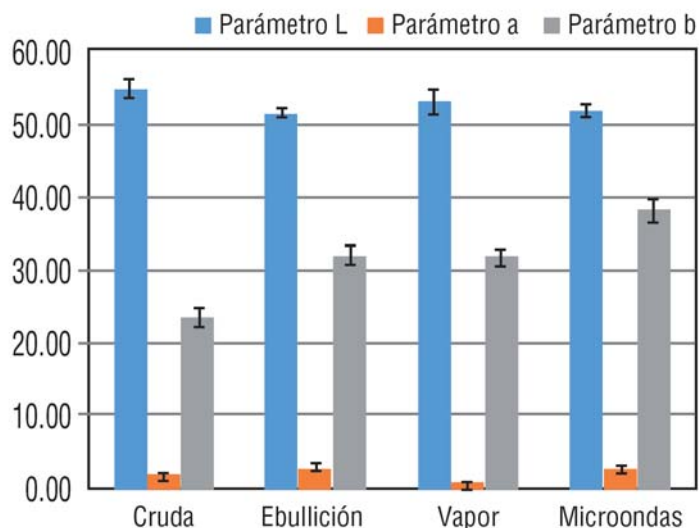
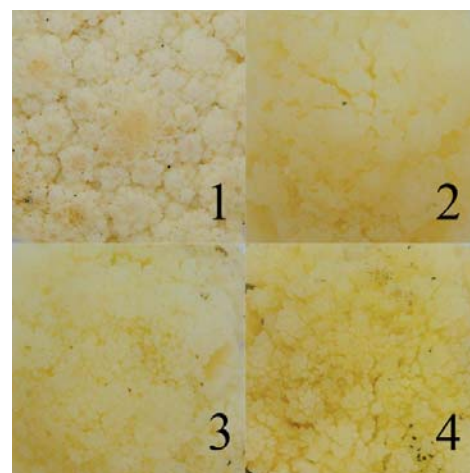


FIGURA 2 - Parámetros de color L, a y b del modelo CIE para cada proceso empleado, comparativamente con el producto fresco



debe principalmente al medio en donde se encuentran los vegetales. La mayor reducción se observa en procesos donde los vegetales están en contacto con el agua, debido a la dilución de estos importantes componentes en ese medio (Girgin y Nehir El, 2015). Se puede observar que es en el caso de cocción por ebullición donde se registraron los valores más bajos de concentración de polifenoles; asimismo, estos fenoles remanentes

FIGURA 3 - Imágenes de muestras sin tratar (Foto 1) y sometidas a cocción por ebullición (Foto 2), vapor (Foto 3) y microondas (Foto 4)



probaron tener muy bajos valores de inhibición de radicales (Figura 5). Por el contrario, las cocciones por vapor y por microondas presentaron los mayores valores de capacidad antioxidante (Figura 5), inclusive mucho más que las muestras sin tratar. Las condiciones de cocción, en especial la temperatura, favorece la ruptura de constituyentes con potencial actividad antioxidante (Podsdek, 2007). La liberación de estos compuestos garantiza una mayor retención del contenido fenólico y valores altos de capacidad antioxidante, tal y como se concluye en base a los resultados.

CONCLUSIONES

El objetivo del trabajo se enfocó en determinar el efecto de los procesos de cocción empleados a escala doméstica sobre diferentes parámetros. Bajo un nivel de significancia del 5% se encontró efecto de los tratamientos sobre las variables establecidas. Criterios de calidad, como el color, influyen de manera muy importante a la

FIGURA 4 - Contenido de fenoles (en mg. eq. de ácido gálico/100 g de muestra fresca) para las muestras sin tratar (cruda) y cocidas

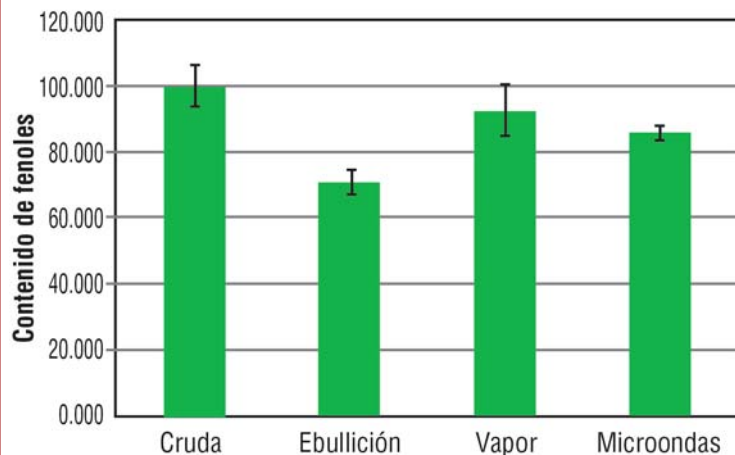
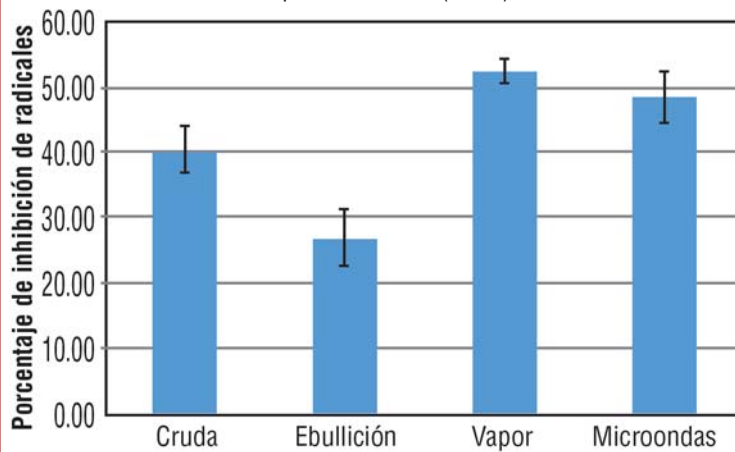


FIGURA 5 - Capacidad antioxidante porcentual para las muestras sometidas a diferentes métodos de cocción comparada con la del producto fresco (cruda)



hora de consumir un producto. Para el caso específico de coliflor, tonalidades diferentes al típico color blanco afectarán de manera negativa su aptitud para el consumo (desde el punto de vista del consumidor), aunque aspectos como la textura y el sabor se mantengan sin cambios. Aunque la variación de color no se produce de manera muy drástica entre las muestras tratadas, el proceso de cocción por vapor tuvo los valores más bajos.

Por otra parte, el consumo de alimentos con propiedades funcionales es una temática muy desarrollada estos últimos años. Actualmente la demanda en el mercado se centra en productos que no posean solamente buen aspecto sensorial, sino también propiedades que garanticen el cuidado de la salud. Aunque muy poco sirve un producto proclamado "funcional" que pierda sus propiedades frente a procesos como la conservación o cocción. El contenido de fenoles y consecuentemente la capacidad antioxidante en coliflor son parámetros que van de la mano y determinan de manera objetiva sus propiedades funcionales. En particular el proceso de cocción por vapor presentó mayores retenciones de fenoles entre las muestras procesadas y valores de inhibición de radical por encima de las muestras sin tratar. El presente trabajo concluye que la cocción por vapor es el proceso más adecuado al momento de preservar las cualidades en coliflor.

CONTROL DE PLAGAS EN LA INDUSTRIA

Nos especializamos en (MIP) para la Industria Alimenticia

Reportes de visita, Diagrama de planta c/cebaderas, tramp. de Luz, Informe de tendencias, Trat. de silos, Normas HACCP BPM, Limp de tanques de Agua



HABILITACION NACIONAL, PROVINCIAL Y MUNICIPALES

Dir. Tec. Ing. Agr. Gustavo Iván Adamec
Master en Control de Plagas - USAM



La Roche 839, Morón (1708)
Buenos Aires. Tel. 4627-1313



www.fumigadorasaba.com.ar

REFERENCIAS

- Anwar, F., Iqbal, S., Sultana, B. (2008). Effect of different cooking methods on the antioxidant activity of some vegetables from Pakistan. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 560-567.
- Chiavaro, E., Fogliano, V., Mazzeo, T., N'Dri, D., Pellegrini, N., Visconti, A. (2011). Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidant capacity and colour of selected frozen vegetables. *Food Chemistry*, 128, 627-633.
- Dai, J., Mumper, R.J. (2010). Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules*, 15, 7313-7352.
- Desjardins, Y., Ketata, M., Ratti, C. (2013). Effect of liquid nitrogen pretreatments on osmotic dehydration of blueberries. *Journal of Food Engineering*, 116, 202-212.
- Faller, A.L., Fialho, E. (2009). The antioxidant capacity and polyphenol content of organic and conventional retail vegetables after domestic cooking. *Food Research International*, 42, 210-215.
- González, N.D., Gely, M.C., Pagano, A.M. (2015). Efecto de diferentes métodos de cocción sobre características fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales de coliflor. *Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos CYTAL 2015*, pp. 1-10.

Linares, M.F. (2011). Obtención de chips de banana mediante la aplicación de técnicas combinadas y evaluación integral de la calidad final. Tesis de Licenciatura en Tecnología de Alimentos, Facultad de Ingeniería, UNICEN.

Rodríguez, M.M. (2013). Obtención de frutos deshidratados de calidad diferenciada mediante la aplicación de técnicas combinadas. Tesis Doctoral Facultad de Ingeniería, UNLP.

Turkmen, N., Sari, F., Velioglu, Y. S. (2005). The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*, 93, 713-718.

BIBLIOGRAFÍA NO CITADA EN EL TEXTO

Bahadur, A., Prasad, K., Rai, M., Singh, J., Upadhyay, A. (2007). Variability of carotenes, vitamin C, E and phenolics in Brassica vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 106-112.

Benzie, I., Wachtel-Galor, S., Wong, K. (2008). The effect of cooking on Brassica vegetables. *Food Chemistry*, 110, 706-710.

Brown, A., Jeffery, E., Juvik, J., Keck, A., Klein, B., Kurilich, A., Matusheski, N. (2003). Variation in content of bioactive components in broccoli. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16, 323-330.

Proestos, C., Bakogiannis, A., Komaitis, M. (2012). Determination of phenolic compounds in wines. *International Journal of Food Studies*, 1, 33-41.

Fletcher, J.M., Hunter, K.J. (2002). The antioxidant activity and composition of fresh, frozen, jarred and canned vegetables. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3, 399-406.

Flôres, S.H., Jablonski, A., Kienzle Hagen, M.E., Ramos dos Reis, L.C., Rios, A.D., Ruffo de Oliveira, V. (2015). Effect of cooking on the concentration of bioactive compounds in broccoli (*Brassica oleracea* var. Avenger) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. Alphina F1) grown in an organic system. *Food Chemistry*, 172, 770-777.

Gebczynski, P., Kmiecik, W. (2007). Effects of traditional and modified technology, in the production of frozen cauliflower, on the contents of selected antioxidative compounds. *Food Chemistry*, 101, 229-235.

Girgin, N., Nehir El, S. (2015). Effects of cooking on in vitro sinigrin bioaccessibility, total phenols, antioxidant and antimutagenic activity of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. Botrytis). *Journal of Food Composition and Analysis*, 37, 119-127.

Donglin Zhang, Y.H. (2004). Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry*, 88, 503-509.

Singh, J., Upadhyay, A.K., Prasad, K., Bahadur, A., Rai, M. (2007). Variability of carotenes, vitamin C, E and phenolics in Brassica vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 106-112.

Picchi, V., Migliori, C., Lo Scalzo, R., Campanelli, G., Ferrari, V., Di Cesarea, L.F. (2012). Phytochemical content in organic and conventionally grown Italian cauliflower. *Food Chemistry*, 130, 501-509.

Podsedek, A. (2007). Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *LWT*, 40, 1-11.

Wachtel-Galor, S., Wong, K.W., Benzie, I.F.F. (2008). The effect of cooking on Brassica vegetables. *Food Chemistry*, 110, 706-710.

Williams, D.J. (2013). Vegetables containing phytochemicals with potential anti-obesity properties: A review. *Food Research International*, 52, 323-333.

Winkel-Shirley, B. (2002). Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. *Current Opinion in Plant Biology*, 5, 218-223.



URSCHEL

EQUIPOS DE CORTE PARA ALIMENTOS

Urschel diseña y fabrica más de 50 modelos de equipos de corte de precisión para alimentos.

Los molinos Comitrol® para purés o salsas. Cubicadoras, para obtener cubos pequeños a grandes. Rebanadoras, para obtener rebanadas lisas u onduladas, como así también filamentos. Los equipos Urschel producen cortes de gran calidad incluso en altas capacidades.

Contacte su oficina local de Urschel para más información :

Urschel Latinoamérica
 Villa Gdor. Gálvez
 Santa Fe, Argentina
 Tel : + 0341-3171400
 Email : mmandel@urschel.com

www.urschel.com

URSCHEL®
 The Global Leader in Food Cutting Technology
 Urschel y Comitrol son marcas comerciales registradas a nombre de Urschel Laboratories, Inc.