

INFLUENCIA DE LA FORMA DE LA MUESTRA DE CARNE Y LA VELOCIDAD DE CUCHILLA EN LAS MEDICIONES DE ESFUERZO DE CORTE WARNER-BRATZLER

Cadavez, V.A.P., Van Velthoven, C. y Gonzales-Barron, U.
Centro de Investigação de Montanha (CI MO), Escola Superior Agraria, Instituto Politécnico de Bragança, 5300-253 Bragança, Portugal; ubarron@ipb.pt

INTRODUCCIÓN

La ternura es una propiedad de calidad de la carne, que depende de varios factores como composición y pH, cantidad de tejido conectivo y de grasa intramuscular. La ternura – o dureza – puede medirse de varias formas; utilizando un método objetivo instrumental o sensorial, con un panel especialmente treinado, o subjetivamente, con la ayuda de un panel de consumidores. Uno de los métodos instrumentales más usados para determinar el grado de ternura o firmeza de la carne es el método Warner-Bratzler (WB) de esfuerzo de corte. Éste se ha usado desde los años 1930s para determinar la fuerza máxima (expresada en kgf o N) que se requiere para cortar una pequeña muestra de carne cruda o cocida.

En la prueba WB, algunos parámetros o variables pueden afectar los valores de los descriptores extraídos de la curva fuerza versus tiempo. Dos de estas variables son la forma de las muestras de carne y la velocidad a la cual se realiza el corte (velocidad de cuchilla). Para realizar la prueba WB, algunos investigadores (Domínguez et al., 2018; Kim et al., 2014) acondicionaron la muestra de carne a una forma de paralelepípedo utilizando un cuchillo, mientras que otros (Colle et al., 2016; Rodríguez et al., 2014) prepararon la muestra de forma cilíndrica utilizando un sacabocados. En ambos casos, los cortes se realizan siempre en paralelo a las fibras musculares de la carne. Del mismo modo, se han obtenido mediciones utilizando velocidades de cuchilla desde 0.83 hasta 10 mm/s (Nian et al. 2017; Ademeyi et al. 2016), aunque 3.33 mm/s ha sido la más usada.

Así, el objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de ambas variables, la forma de la muestra y la velocidad de cuchilla, en los valores de dos medidas de ternura del ensayo WB. En última instancia, esta investigación pretende efectuar una recomendación de la mejor forma de muestra y velocidad de cuchilla, de tal manera que se obtengan resultados uniformes y comparables en futuras mediciones de WB.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 29 lomos de cerdo correspondientes a 9 animales. Los lomos fueron cortados en ~4 cm de ancho, pesados y embolsados en bolsas de polietileno. Posteriormente se sumergieron a un baño de agua pre-calentado a 75°C, en el cual permanecieron hasta alcanzar una temperatura interna de ~70°C. Luego fueron retirados del baño y de las bolsas, y dejados enfriar hasta alcanzar 25°C. Antes de pesarlos para calcular el porcentaje de pérdida por cocción, se secaron los lomos cuidadosamente con un clínex. A continuación, se almacenaron a 4°C hasta el día siguiente. Media hora antes de los ensayos WB, se cortaron 6 cilindros de 1,2 cm de diámetro y 6 paralelepípedos de 1x1 cm. Esto fue hecho con el objetivo de mantener una temperatura uniforme en las muestras y eliminar el efecto del calentamiento progresivo de la muestra desde ser sacada del frigorífico.

Para este estudio, se realizaron dos experimentos. En el experimento 1, la fuerza pico (firmeza en N) y el área de la curva fuerza-distancia (dureza en N.s) fueron medidas a 3 velocidades de cuchilla (3, 5 y 7 mm/s), usando 8 muestras de lomos de cerdo, cortados en los dos tipos de forma. En el experimento 2, se usaron los 21 lomos restantes. De la misma forma, se midieron la firmeza y dureza de la carne cortada en los dos tipos de forma, pero a la velocidad fija de 4 mm/s. Para cada una de las medidas, firmeza y dureza, se ajustó un modelo mixto que retira los efectos aleatorios debido al animal y evalúa los efectos fijos de las dos variables. Las medias de los mínimos cuadrados fueron calculadas para todos los tratamientos. El análisis estadístico se realizó en el software R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La media de las pérdidas por cocción de los lomos de cerdo fue 28,64% (desviación estándar 3,544%), lo cual está dentro de las pérdidas normales (20 – 31%) para lomos de cerdo cocidos a 77°C (Aaslynga et al., 2013).

Los efectos de forma, velocidad e interacción, mostrados a través de los valores de F y p del análisis de varianza (Tabla 1), proporcionan una clara idea de cuánto cada variable afecta el proceso de corte. Para ambas variables, firmeza y dureza, la forma de la muestra tuvo el mayor efecto, con valores de F de 194,85 y 503,04, respectivamente. No hubo evidencia que la velocidad de cuchilla tuviese alguna influencia sobre la firmeza ($p=0,305$), aunque sí afectó significativamente la dureza ($p<0,0001$), no obstante, en menor medida que la forma de la muestra ($F=83,56$). La interacción entre forma de muestra y velocidad tampoco fue significativa, ya sea para la firmeza ($p=0,069$) o para la dureza ($p=0,106$).

En la Tabla 2 se puede apreciar que el uso de diferentes velocidades produjo una variabilidad mayor en las medidas de firmeza cuando la carne fue cortada en forma de paralelepípedo (50,55 – 63,31 N) que cuando fue cortada en forma de cilindro (48,54 – 51,57 N). De igual modo, las muestras en forma de paralelepípedo produjeron resultados de dureza (60,34 – 144 N.s) más variables que aquéllos producidos usando la forma de cilindro (58,56 – 134 N.s). Más aún, se observó que, independientemente de la forma de la muestra de carne, a medida que aumenta la velocidad de cuchilla, disminuyen los valores de dureza (Tabla 2). Esto es, sin embargo, un efecto del tiempo (eje x en la curva fuerza-tiempo), el cual necesariamente se reduce al incrementarse la velocidad de cuchilla. En general, la dureza es un parámetro más variable que la firmeza.

Tabla 1. Efectos de la forma de muestra, velocidad de cuchilla e interacción en las mediciones de firmeza y dureza del ensayo WB (Experimento 1)

	Efecto	GL	Valor F	Prob(>F)
Firmeza (N)	Forma	2	194,9	<0,0001
	Velocidad	2	1,203	0,3049
	Forma x Velocidad	2	2,758	0,0688
Dureza (N.s)	Forma	2	503,0	<0,0001
	Velocidad	2	83,56	<0,0001
	Forma x Velocidad	2	2,305	0,1056

Tabla 2. Medias de los mínimos cuadrados obtenidas para cada tratamiento del Experimento 1

Parámetro	Forma	Velocidad		Media	Error	
		(mm/s)	N		estándar	IC 95%
Firmeza (N)	Cilindro	3	16	51,57	3,701	[44,3-58,9]
		5	16	48,54	3,756	[41,2-55,8]
		7	16	50,48	3,800	[43,2-55,8]
	Paralelepípedo	3	16	50,55	3,649	[43,3-57,8]
		5	16	63,31	3,642	[56,0-70,6]
		7	16	51,37	3,480	[44,1-58,7]
Dureza (N.s)	Cilindro	3	16	134,9	10,41	[123-147]
		5	16	77,00	10,37	[64,6-89,4]
		7	16	58,56	10,60	[46,2-71,0]
	Paralelepípedo	3	16	144,1	10,67	[132-156]
		5	16	104,8	10,51	[92,3-118]
		7	16	60,34	10,53	[48,0-72,7]

Utilizando un tamaño de muestra mayor, y a una velocidad de corte fija (4 mm/s), los resultados del Experimento 2 corroboraron la influencia que tiene la forma de la muestra en las medidas de firmeza ($p<0,0001$) y dureza ($p<0,0001$) del ensayo WB. Los *box plots* de la Figura 1 ilustran que las medias de firmeza y dureza medidas en las muestras cilíndricas

(51,09 N y 101,82 N.s) fueron en ambos casos significativamente más bajas que aquéllas medidas en los paralelepípedos (60,96 N and 128,83 N.s). Cabe resaltar que la firmeza y dureza medidas en las formas cilíndricas tuvieron más repetitividad y exactitud (deducido por los errores estándar más bajos, 1,20 y 2,96, respectivamente) que cuando fueron medidas en paralelepípedos (errores estándar 1,24 y 3,06, respectivamente). En conclusión, las mediciones WB más confiables se obtuvieron usando la forma cilíndrica a velocidad de cuchilla intermedia.

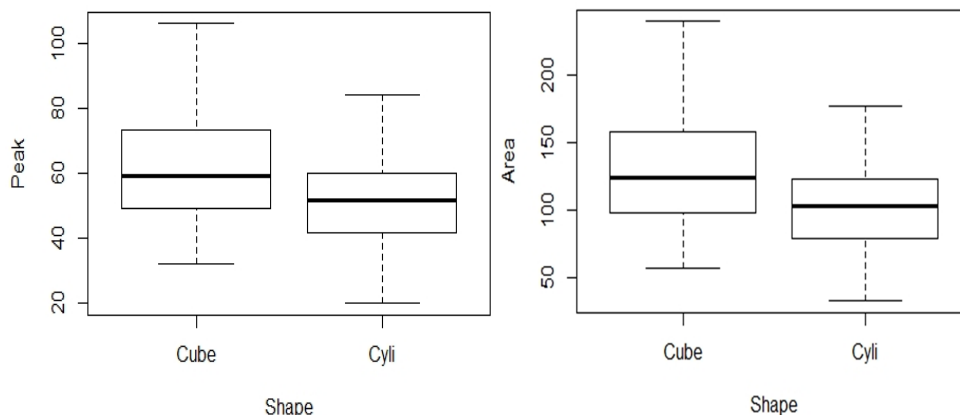


Figura 1. Diferencias ($p < 0,0001$) en firmeza (“Peak” en N) y dureza (“Area” en N.s) entre las formas de muestras de carne (“Cube”=paralelepípedo y “Cyl”=cilindro)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaslyng, M. D.; Bejerholm, C.; Ertbjerg, P.; Bertram, H. C.; Andersen, H. J. 2003. Food Qual Prefer 14, 277-288.
- Adeyemi, K.D.; Shabow, A.B.; Abubakar, A.; Samsudin, A.A.; Sazili, A.Q. 2016. Animal Sci J 11, 1421-1432.
- Colle, M.J.; Richard, R.P.; Killinger, K.M.; Bohlscheid, J.C.; Gray, A.R.; Loucks, W.I.; Day, R.N.; Cochran, A.S.; Nasados, J.A.; Doumit, M.E. 2016. Meat Sci 119, 110-117.
- Domínguez, R.; Pateiro, M.; Crecente, S.; Ruiz, M.; Sarriés, M.V.; Lorenzo, J.M. 2018. J. Sci Food Agri 98, 266-273.
- Kim, Y.H.B.; Liesse, C.; Kemp, R.; Balan, P. 2015. Meat Sci 110, 40-45.
- Nian, Y.; Kerry, J.P.; Prendiville, R.; Allen, P. 2017. Irish J Agr Food Res 56, 31-34.
- Rodríguez, J.; Unruh, J.; Villarreal, M.; Murillo, O.; Rojas, S.; Camacho, J.; Jaeger, J.; Reinhardt, C. 2014. Meat Sci 96, 1340-1344.

INFLUENCE OF MEAT SAMPLE SHAPE AND CROSSHEAD SPEED ON WARNER-BRATZLER SHEAR FORCE MEASUREMENTS

ABSTRACT: One of the most widely used instrumental methods to measure meat tenderness is the Warner-Bratzler shear force essay; yet, many factors can affect the measurements. Two of these factors are the meat sample shape and the crosshead speed, which have been subject of study in this investigation. Two experiments were set up using 29 pork loins: in the first one, three speeds (3, 5 and 7 mm/s) and two shapes (cylinder and cube) were tested, while in the second one, the two shapes were tested at a fixed speed. Adjusting mixed linear models to the data, it was concluded that the cylinder shape at an intermediate crosshead speed produced the most reliable and reproducible measurements.

Keywords: Pork; tenderness; peak force; area