

Empleo de colorantes naturales en la formulación y elaboración de masas

Estela Dominga Bruno¹, Laura Analía Campañone²

¹ Comisión de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CIC) calle 526 entre 10 y 11, (B1900AJJ) La Plata, Buenos Aires, Argentina

² Universidad Nacional de La Plata, Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos (CIDCA), CONICET, calle 47 y 116, (B1900AJJ) La Plata, Buenos Aires, Argentina

lacampa@ing.unlp.edu.ar

Recibido el 14 de noviembre de 2016, aprobado el 2 de diciembre de 2016

Resumen

La elaboración de los productos procedentes de fuentes naturales y fabricados por tecnologías no contaminantes es demandada en el mercado. El uso de colorantes naturales o aditivos en general, es una alternativa más saludable a los sintéticos, tradicionalmente utilizados para controlar el deterioro de los alimentos. Pigmentos de repollo colorado (*Brassica oleracea L. var. Capitata*) y remolacha (*Beta vulgaris L. var. Esculenta*), constituyen una alternativa a los colorantes artificiales y sus extraordinarias actividades antioxidantes han aumentado el interés de estos compuestos. Ellos podrían incorporarse a los productos de panadería. En este trabajo, varias masas fueron formuladas a partir de diferentes tipos de harinas, proporcionando diferente valor nutricional. El objetivo de este trabajo fue elaborar diferentes masas crudas y horneadas formuladas con la adición de sustancias naturales con actividad específica como antioxidantes. Además, en este trabajo, estas masas se caracterizaron con el fin de obtener información útil para fines industriales.

PALABRAS CLAVE: MASAS CRUDAS – MASAS HORNEADAS – ANTIOXIDANTES – CARACTERIZACIÓN

Abstract

Nowadays, the elaboration of products coming from natural sources and manufactured by no contaminating technologies is demanded. The use of natural colorants or additives in general, is a healthier alternative to synthetics ones, traditionally used to control the food deterioration. Pigments from red cabbage (*Brassica oleracea L. var. capitata*) and beet (*Beta vulgaris L. var. esculenta*), constitute an alternative to artificial colorants and their extraordinary antioxidant activities increased the interest on these compounds. They could be incorporated to bakery products. In this work, several doughs were formulated from different kinds of flours, providing different nutritional value. The aim of this work was to elaborate different formulated raw and baked dough with the addition of natural substances with specific activity as antioxidants. Besides, in this work, these doughs were characterized in order to get useful information for industrial purpose.

KEYWORDS: RAW DOUGH – BAKED DOUGH – ANTIOXIDANTS – CHARACTERIZATION

Introducción

La mayoría de los alimentos contienen en su formulación aditivos sintéticos como colorantes, antioxidantes, estabilizantes, etc. Los aditivos artificiales en dosis elevadas en los alimentos de alta frecuencia de consumo, pueden representar un riesgo toxicológico crónico o cancerígeno (Edwards y colaboradores, 1993).

En la actualidad existe una importante tendencia de los consumidores que incentiva la elaboración de productos que provengan de fuentes naturales y que sean producidos por tecnologías no contaminantes (Downham y Collins, 2000; Valenzuela et al, 2003; Alves de Carvalho y colaboradores, 2013). En relación a esto, el empleo de colorantes o aditivos naturales en general, es una alternativa más saludable respecto a los sintéticos tradicionalmente usados para controlar el deterioro de alimentos e imprimir características organolépticas aceptables.

Existen distintos tipos de pigmentos, algunos de ellos con capacidad antioxidante. Los alimentos adicionados con pigmentos que posean capacidad antioxidante pueden ser considerados alimentos funcionales ya que proveen al consumidor de una mejor condición de salud. El empleo de antioxidantes naturales, además de reforzar la actividad de los sistemas antioxidantes endógenos, aporta una protección adicional contra el estrés oxidativo del alimento.

El poder antioxidante de los vegetales *Brassica* mayoritariamente se debe a compuestos fenólicos (flavonoides) y a la vitamina C; además poseen carotenoides y vitamina E (Kearsley and Katsaboxakis, 1980). El procesamiento de estos vegetales como el blanqueado, enlatado y la cocción afecta el contenido de antioxidantes y su actividad (Sendra y colaboradores, 2008; Bruno y colaboradores, 2012).

Las excepcionales actividades antioxidantes de los extractos de remolacha han aumentado el interés en su composición. Se las considera entre los diez vegetales más potentes con respecto a su actividad antioxidante. Las raíces de remolacha contienen pigmentos del grupo de las betalaínas, químicamente son moléculas derivadas del ácido betalámico, solubles en agua, destacando las betacianinas (pigmentos rojos) y las betaxantinas (pigmentos amarillos).

Una aplicación importante es la incorporación de los mismos a productos panificados. Las masas se pueden formular a partir de distinto tipo de harinas, aportando diferente valor nutricional. La más utilizada es la harina de trigo común pero también es muy requerida la harina integral pues al contener mayor cantidad de cáscara (fibra) favorece el tránsito intestinal. Aporta sales minerales y vitaminas del complejo B y el germen, vitamina E. Otra harina muy empleada es la harina de soja con un alto porcentaje de proteínas y aminoácidos esenciales. También posee fósforo, calcio, magnesio, hierro, cinc, cobre y gran cantidad de fibra.

En este trabajo se elaboraron masas con distintas formulaciones en las cuales se incluyeron diferentes harinas y colorantes naturales, a su vez, estas masas fueron caracterizadas en estado crudo y horneado con el fin de obtener información útil de aplicación industrial.

Parte experimental

Extracción de pigmentos del repollo colorado y de la remolacha

Los vegetales fueron lavados y picados con cuchillo, luego se pesó 100 g de cada uno de ellos y fueron colocados individualmente en un vaso de precipitado al que se le adicionó el HCl al 1% (Bruno y colaboradores, 2012). Se realizó la extracción de los pigmentos de ambos vegetales durante 16-18 hs a temperatura ambiente y con agitación magnética (Lankankaputhra y colaboradores, 1995, Bruno y colaboradores, 2012).

Una vez obtenidos los extractos se filtraron y se envasaron en frascos de vidrio color caramelo, conservándolos a 0° C.

La selección de la técnica de extracción se realizó por cuantificación de antocianinas.

Medida del pH de los extractos

Se midió el pH de las distintas soluciones de extracción de los pigmentos a temperatura ambiente utilizando un equipo Hach Company EC30 Modelo 50100 (Loveland, CO, EEUU).

Rendimiento de la extracción

La concentración de sólidos solubles de los extractos se determinó a través del secado hasta

peso constante. En cápsulas de Petri previamente pesadas, se colocaron 5 ml de los extractos frescos. Se llevaron a estufa a 102°C hasta peso constante (Gallenkamp, UK). Una vez retirados de la estufa se los colocó en un desecador hasta la determinación del peso en una balanza analítica. El ensayo se realizó por triplicado con cada una de los extractos. El rendimiento del proceso de extracción se calculó teniendo en cuenta la concentración de los extractos en base seca y el peso inicial de los vegetales frescos.

$$R(\%) = 100 \frac{\text{Peso seco del extracto (g dry basis)}}{\text{Peso del vegetal fresco (g)}} \quad (1)$$

Determinación del contenido de pigmentos

La determinación de pigmentos se realizó en un espectrofotómetro Shimadzu Double Beam Spectrophotometer UV-150-02 (Seisakusho Ltd., Kyoto, Ja-pón). Se registraron los espectros de ambos tipos de extractos para determinar los máximos de absorción entre 400 y 800 nm correspondiente al espectro visible (Chigurupati y colaboradores, 2002; Moreno Álvarez y colaboradores, 2002; MoBhammer y colaboradores, 2006).

Los valores máximos de absorbancia se utilizaron para la caracterización de los pigmentos en distintos ensayos. Para los cálculos de concentración se utilizó la ley de Lambert-Beer, representada por la siguiente ecuación:

$$A = \epsilon \cdot b \cdot C \quad (2)$$

Donde A es la absorbancia, ϵ es el coeficiente de extinción, b es el camino óptico (1 cm) y C es la concentración de la muestra. El coeficiente de extinción se calculó a través de curvas de calibración para cada pigmento, antocianinas para el repollo y betalaínas para la remolacha.

Determinación de polifenoles totales

La determinación de polifenoles en los extractos se realizó utilizando el Método de Folin-Ciocalteu (Schlesier y colaboradores, 2002). Este ensayo está basado en la oxidación de los grupos fenólicos con los ácidos fosfomolibdico y fosfotúngstico. Como resultado de la oxidación se forma un complejo verde-azulado, el

cual tiene un máximo de absorbancia entre 725 y 750 nm (Podsedeck, 2007).

Para el análisis se tomaron 0,2 ml del extracto y se colocaron en un tubo de ensayo conteniendo 2 ml de Na₂CO₃ 2% (p/v) en agua destilada, se dejó reposar durante 2 minutos y a continuación se agregó 0,2 ml del reactivo de Folin-Ciocalteu (1:1 v/v).

Luego de un tiempo de reacción de 30 minutos se procedió a la medida de absorbancia en el espectrofotómetro Shimadzu Double Beam Spectrophotometer UV-150-02 (Seisakusho Ltd., Kyoto, Japón), diluyendo apropiadamente las muestras antes de la lectura a 725 nm. Para los cálculos de concentración se utilizó la ley de Lambert-Beer (Ec. 2)

El contenido de polifenoles fue expresado en mg de ácido gálico equivalente / mg de extracto seco (mg GAE / mg de extracto).

Determinación del poder antioxidante

La determinación del poder antioxidante de ambos extractos se realizó utilizando el método de reducción del radical del hidrato de difenil-picril-hidracilo (DPPH). Se preparó una solución de 0,0025 g de DPPH (Sigma) en 100 ml de etanol al 96 % (Cai y colaboradores, 2003). A 3,9 ml de la misma se le agregaron 0,1 ml del extracto. La mezcla se dejó reaccionar a temperatura ambiente durante 30 minutos. Las muestras se midieron en un espectrofotómetro durante 2400 segundos registrándose variaciones de la absorbancia a 517 nm. El control se preparó reemplazando la solución de muestra por 0,1 ml de agua destilada (Vendramini y colaboradores, 2008; Vrchovska, y colaboradores, 2006).

La actividad antioxidante se calculó a través de la ecuación siguiente (Vendramini y colaboradores, 2008).

$$AA = \frac{A(\text{control}) - A(\text{muestra})}{A(\text{control})} \quad (3)$$

Donde AA= Absorbancia expresada por g de extracto seco, A (control)= Absorbancia de la muestra control, A (muestra)= Absorbancia de la muestra.

Formulación de las masas

En este trabajo se formularon tres tipos de masas con distintos tipos de harina: harina de trigo (Favorita, Molinos, Industria Argentina), harina de soja (Molinos Campodónico, Industria Argentina) y harina integral de trigo (Molinos Campodónico, Industria Argentina). Además en la formulación de cada una de ellas se agregó aceite de soja 9,17 (% p/p) (Cocinero, Molinos, Industria Argentina), sacarosa comercial (Ledema, Argentina), cloruro de sodio (Dos Anclas, Argentina), agua destilada, y leudantes químicos (relación 2:1 de fosfato ácido disódico + bicarbonato ácido de sodio, ANEDRA, Buenos Aires, Argentina). También, se adicionaron en forma sólida los siguientes sales minerales: sulfato ferroso (80 mg), yoduro de potasio (6 g), lactato de calcio (6 g) y gluconato de manganeso (5 mg) cada 1000 g de masa (Caldwell y Grogg, 1955).

Los contenidos de los metales se determinaron por el método 7000-Métodos de absorción atómica (EPA SW 846). Las formulaciones bases se obtuvieron a partir de trabajos publicados en literatura (Fu y colaboradores, 2004).

Preparación de las masas

Se evaluaron tres tipos de formulaciones: harina de trigo, harina de trigo+harina de soja (50% p/p) y harina integral de trigo+harina de soja (50% p/p), con y sin pigmentos. Se pesaron los ingredientes secos y se colocaron en el recipiente de una batidora Modelo Cucina HR 1566 (Philips-Argentina). Luego se adicionaron los pigmentos líquidos, el agua y el aceite de soja. Se amasó a 700 rpm durante 2 minutos hasta obtener una masa homogénea. La velocidad se midió con un tocómetro Digital, Photo Type Lutron DT 2244 (Taiwán). La masa se dejó reposar unos 30 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente la masa se colocó sobre un soporte rectangular que posee en todo sus lados la misma altura y se estiró logrando un espesor de 0,5 cm. Utilizando un corta discos de 3 cm de diámetro, las muestras de masas fueron obtenidas.

Determinación del pH de las masas

En un vaso de precipitado se pesó 1 g de cada uno de los tipos de masas al que se le agregó 5 ml de agua destilada, se homogeneizó la mez-

cla manualmente con varilla de vidrio y el pH de las masas se determinó mediante un electrodo de vidrio de inserción (Cole – Palmer, cat. U-05998-20) conectado a un pHmetro (modelo EC30, Hacht, Loveland, EEUU) (Fu y colaboradores, 1993). Todas las medidas se realizaron por cuadruplicado.

Textura de las masas crudas

Un texturómetro TA.XT 2i (Stable Micro Systems, UK) se utilizó para obtener los perfiles de textura (TPA). El análisis consistió en dos ciclos consecutivos de compresión de la muestra. Las muestras (discos de 3 cm de diámetro y 0,5 cm de espesor) se colocaron en placas de Petri con un diámetro mayor que el de la sonda (2,5 cm). Los parámetros característicos de las diferentes muestras (dureza, cohesión y consistencia) se obtuvieron de la curva fuerza como función del tiempo proporcionada por el equipo (Conforti y Lupano, 2004). La dureza se define como la fuerza máxima medida durante la primera compresión, la cohesividad se estimó como la relación entre la primera y la segunda área obtenida por el TPA, la consistencia se obtuvo a partir de la suma de las áreas anteriormente mencionadas y se calculó la elasticidad como la relación entre la distancia hasta el segundo pico y la distancia hasta el primer pico.

Los ensayos se realizaron por triplicado y los valores reportados corresponden al promedio de 10 medidas.

Horneado

Las masas se colocaron en un horno ARISTON modelo FM87-FC, cuya temperatura se mantuvo constante e igual a 140°C durante 60 minutos. Para poder determinar la temperatura de las masas se usaron termocuplas tipo "T" en el interior de las mismas, éstas se ubicaron en el centro geométrico de las muestras. Para registrar la evolución de la temperatura durante la cocción, las termocuplas se conectaron a un adquisidor de datos Keithley DAS-TC/B, conectado a su vez a una PC.

Para verificar que la temperatura y el tiempo de cocción seleccionados aseguren la cocción de las masas se realizó un *test* de gelatinización del almidón. El proceso de hinchamiento de los gránulos de almidón durante la cocción de los tres tipos de formulaciones, se evaluó median-

te microscopia óptica. Se tomaron muestras a distintos tiempos 0, 15, 30, 45 y 60 minutos. Las muestras previamente fueron maceradas con agua en un mortero y luego cada una de ellas se colocó en portaobjetos y se observó a través de un microscopio Leica DMLB (Heerbrugg, Alemania).

Determinación de betalaínas y polifenoles en las masas horneadas

A una cantidad de masa molida (2 g) se adicionaron 2 ml de agua destilada, luego se centrifugó a 10000 rpm 10 minutos. Para el análisis se tomaron 0,2 ml de la suspensión de cada tipo de masa, con y sin pigmentos de remolacha (Schlesier y colaboradores, 2002).

Una alícuota del sobrenadante del centrifugado se utilizó para determinar el contenido de pigmentos. Los polifenoles se cuantificaron a través el método de Folin-Ciocalteu. Ambos métodos fueron descriptos previamente. Los ensayos se realizaron por triplicado.

Determinación del color

Las mediciones de color se llevaron a cabo en forma cuantitativa con un colorímetro Minolta CR-300 (Minolta CR-300, Minolta Corp., Ramsey, New Jersey, EEUU). El color se describe a través de la luminosidad L^* y la cromaticidad por los parámetros a^* y b^* . Los parámetros medidos fueron los definidos por la CIE (Commission International de l'Éclairage). Todas las medidas se realizaron por 5 repeticiones por cada uno de los pigmentos. Los resultados fueron expresados como los valores medios de los parámetros (Kayodé y colaboradores, 2012).

Análisis Estadístico

Los datos se analizaron mediante un programa Systat, realizando un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias mediante el *test Least Significant Differences* (LSD) y mediante el *Test* de Tuckey.

Resultados y discusión

Caracterización de los extractos

Se midieron los respectivos pH de los extractos, siendo para el repollo colorado en medio

ácido de 1,28. El pigmento de repollo colorado resultó sensible a la variación del pH. El pigmento extraído de las remolachas presentó un pH de 1,34 no variando su coloración de acuerdo a la acidez del medio.

Sapers (1979) ha realizado estudios del cambio de color de las soluciones de repollo colorado frente a un cambio de pH en las soluciones. A pH 3 el repollo colorado impartió un color rojo similar al de la remolacha pero al incrementar el pH se produjo un corrimiento batocrómico y disminución de la intensidad de color. Esto fue confirmado utilizando un espectrofotómetro que mostró diversos valores máximos de absorbancia ante los diferentes valores de pH (Tabla 1).

Además se determinó el rendimiento. La concentración de los extractos determinada por peso seco fue para el repollo de 0,89 % (p/p) y para la remolacha de 0,88% (p/p) (Ec. 1).

Tabla 1. Valores de absorbancia de los extractos de repollo colorado y remolacha en agua y solución ácida

Muestra	Agua	Acido +agua
Remolacha	481 nm	538 nm
Repollo Colorado	551 nm	494-545 nm

Determinación de betalaínas y antocianinas

Para la determinación de la concentración de betalaínas y antocianinas se utilizó la ley de Lambert y Beer (Ec. 2). El coeficiente de extinción (ϵ) fue de $2,3986 \text{ (ml.cm)}^{-1}$ para la remolacha y de $2,6893 \text{ (ml.cm)}^{-1}$ para el repollo y corresponden a la pendiente de la recta obtenida por regresión lineal de los valores experimentales de absorbancia en función de la concentración expresada en ml de extractos. Se obtuvo una buena correlación para la remolacha ($r^2=0,9955$) y para el repollo colorado ($r^2=0,9949$). El volumen del extracto puede relacionarse con su concentración a través de la densidad. Así la concentración de los extractos puros fue de 8,9 mg/ml de antocianinas para el repollo y de 8,8 mg/ml de betalaínas para la remolacha.

Determinación de polifenoles totales

La concentración media de polifenoles en el repollo colorado fue de 0,013 mg GAE / g D. B. y 0,012 mg GAE / g D.B. para el extracto de

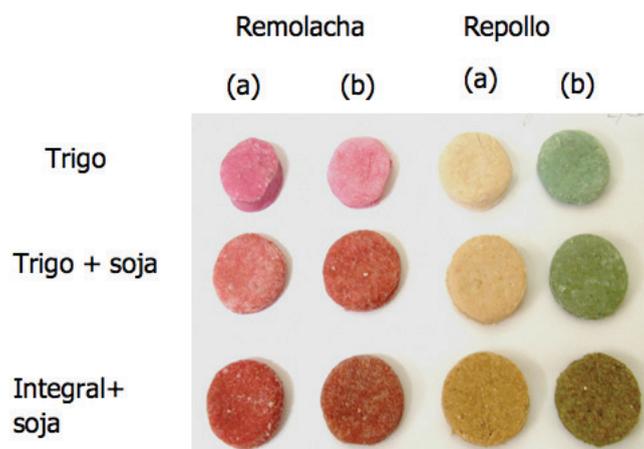


Fig.1. Efecto del pH en el color de las muestras (a) antes y (b) después del agregado de leudantes químicos

la remolacha. Estos valores concuerdan con los obtenidos por Vrchovska y colaboradores (2006). La presencia de compuestos fenólicos en extractos de plantas contribuye significativamente a su capacidad antioxidante y varios autores están de acuerdo, en muchos casos, que existe una relación directa entre los compuestos fenólicos totales determinados por el método de Folin-Ciocalteu y el poder antioxidante (Atoui y colaboradores, 2005; Deladino y colaboradores, 2008; Dudonné y colaboradores, 2009).

La actividad antioxidante (AA) se calculó (Ec. 3) y los valores obtenidos fueron de 67% y 63% para los extractos de repollo colorado y remolacha, respectivamente. Estos valores están en el rango con los obtenidos en otros productos, como la yerba mate (*Ilex paraguariensis*). Los datos de la literatura son variados, dependiendo en gran medida del genotipo, el grado de madurez, y partes vegetales utilizados para la extracción, almacenamiento y condiciones de procesamiento (Bruno y colaboradores, 2014).

Selección del pigmento. Influencia del pH de la masa

Durante la elaboración de las masas se observó que al agregar los leudantes químicos a las masas conteniendo pigmentos de repollo colorado se produce una alteración del color de la masa, virando del rosado al azul-verdoso. Con el propósito de identificar el motivo de estas

modificaciones de color en las masas con extracto de repollo colorado se realizaron formulaciones con y sin leudantes químicos.

La Figura 1 permite observar los colores superficiales de las masas con pigmento de repollo colorado y remolacha, con y sin leudantes químicos. Estas modificaciones se atribuyeron a la interacción de los extractos con los leudantes químicos que provocaron un cambio de pH en las masas.

Al contrario de lo que sucede en el caso de las antocianinas del repollo, el color de las betalainas de la remolacha no es tan sensible al pH. Las betalainas mantienen su color púrpura sin ningún cambio entre pH 4 y 7; por lo tanto, en este trabajo, el pigmento de la remolacha fue seleccionado como colorante en presencia de leudantes químicos.

Textura de las masas crudas

Se realizó el análisis de perfil de textura sobre las masas crudas de las tres variedades de harinas, con leudantes químicos y se determinaron los valores de fuerzas, áreas y distancias necesarios para calcular los diferentes parámetros (dureza, consistencia, adhesividad, elasticidad y cohesividad).

A través del análisis de varianza se determinó que los factores dureza, consistencia, cohesividad y elasticidad fueron significativos ($p < 0.05$) entre las tres formulaciones (Tabla 2). Estas

Tabla 2. Valores de los parámetros de textura (ensayo de TPA) para masas crudas

Parámetro	Trigo	Trigo + Soja	Integral + Soja
Dureza (N)	3,15 (0,78)	29,33 (4,38)	21,89 (4,77)
Cohesividad	0,33 (0,013)	0,31 (0,078)	0,23 (0,022)
Consistencia	15,59 (3,11)	91,14 (2,14)	71,38 (3,28)
Elasticidad	1,39 (0,23)	0,96 (0,06)	0,84 (0,11)

diferencias en las propiedades de textura pueden atribuirse al tipo de harina utilizada.

Los resultados mostraron que la incorporación de harina de soja provocó un aumento de los parámetros de dureza y consistencia. Estos resultados están en concordancia con otros autores (Gomes Natal y colaboradores, 2014).

El valor de elasticidad se ve aumentado en la masa de trigo debido a la presencia de gluten, éste se forma cuando se combinan con agua las proteínas gluteína y gliadina presentes en la harina de trigo dando lugar a una masa esponjosa y elástica (Chen y colaboradores, 1995).

Masas horneadas

En la Tabla 3 se muestran los contenidos de betalaínas de las masas horneadas. Se observa una mayor retención de betalaínas para las galletitas de trigo con pigmentos.

Respecto a los polifenoles, en la Tabla 3 se observa una mayor retención de polifenoles para las galletitas de trigo con pigmentos después del horneado. Los resultados de las mediciones de polifenoles totales a 725 nm, se calcularon teniendo en cuenta la curva de polifenoles de los extractos puros y los valores obtenidos se expresaron en función a la cantidad de extracto agregado inicialmente a la masa. Ambos ensayos aportaron resultados concordantes al indicar, la retención de los extractos, en orden decreciente para las galletitas de trigo, integral de trigo+soja y trigo+soja.

La disminución observada fue atribuida al proceso de horneado y a la posible interacción con otros componentes de la masa al some-

terlos a altas temperaturas.

A partir de los ensayos, es muy interesante señalar que aunque la retención de polifenoles se encuentra entre 19 y 29 % la mayor pérdida se encuentra en el contenido de betalaínas luego del horneado.

Tabla 3. Contenido de betalaínas y polifenoles remanentes en las masas horneadas

Formulación	Betalaínas (mg)	Polifenoles (%)
Trigo	5,54	28,57
Trigo + Soja	1,32	19,28
Integral de Trigo + Soja	1,67	24,28

Determinación de color en las masas horneadas

El color de las masas horneadas no sólo depende de la coloración de las harinas con las que se las fabricó, sino que puede verse alterado por modificaciones en la fórmula de elaboración, los tratamientos mecánicos de las masas y la incorporación de distintos ingredientes.

Se evaluaron los parámetros de color L*, a* y b* en las tres formulaciones de galletitas con pigmento de remolacha. Los resultados de color superficial se presentan en la Figura 2.

En relación a la combinación del parámetro de cromaticidad (a*/b*), los valores más elevados son las que presentan las mezclas de harinas, correspondiendo a un color más rojizo. Además, las masas formuladas con harina de trigo se diferenciaron de las muestras de trigo+soja

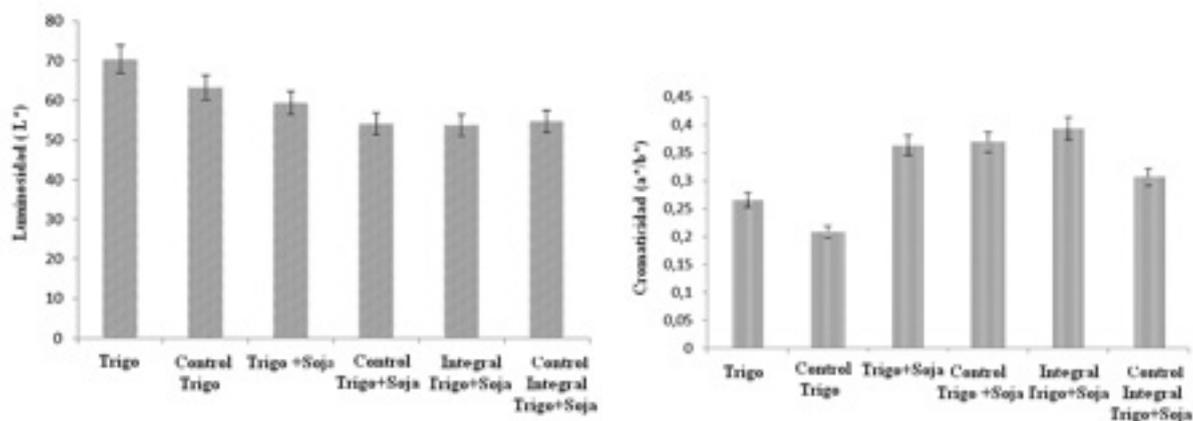


Fig. 2. Parámetros de color: Luminosidad (L*) y Cromaticidad (a*/b*) de las masas horneadas

e integral+soja, pero entre éstas últimas no se observaron diferencias significativas. Esto indicaría que las formulaciones con mezclas de harinas durante el procesamiento favorece a las reacciones de Maillard, ya que la harina de soja contiene mayor contenido de proteínas, incrementando este tipo de reacciones (Pérez *et al.* 2008).

Los valores de luminosidad fueron mayores para las masas que contienen en su formulación harina de trigo, con respecto a las que poseen las mezclas de harinas. Sin embargo, no se observaron diferencias de luminosidad entre las tres formulaciones ($p > 0,05$).

Conclusiones

Durante la elaboración masas se pudo observar que al añadir pigmento de repollo colorado, un cambio del pH provocó un cambio de color, pasando de rosado a azul verdoso.

En cuanto al pigmento de remolacha, no se observó cambio de color en las masas en el agregado de leudantes. Por lo tanto, para estas aplicaciones se sugiere el empleo del pigmento extraído de remolacha como colorante.

Después del proceso de horneado, las beta-lainas permanecieron en masa, aunque se observó una disminución significativa de su contenido. En cuanto al color, los valores de luminosidad fueron mayores para la masa de trigo comparado con los que tenían mezclas de harina. Las mezclas de harina presentaron un color más rojizo, que podría atribuirse a más contenido de proteína de la harina de soja.

Como conclusión de este trabajo, el extracto obtenido de la remolacha mostró mejores condiciones para incorporación a formulaciones de masas comerciales.

Referencias

- ALVES DE CARVALHO, A. P.; CORREA, A. D.; MARQUES PINHEIRO, A. C. and DE OLIVEIRA, F.C., (2013). "Flour and anthocyanin extracts of jaboticaba skins used as a natural dye in yogurt", *International Journal of Food Science and Technology*, 48, 2007-2013.
- ATOUI, A. K.; MANSOURI, A.; BOSKOU, G. and KEFALAS, P., (2005). "Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile", *Food Chemistry*, 89, 27-36.
- BRUNO, E. D.; CAMPAÑONE, L. and MARTINO, M., (2012). "Some Functional Properties of Pigment Extracts from Red Cabbage (*Brassica oleracea*) and Beet (*Beta vulgaris*)", *Latin American Applied Research*, 42, 427-432.
- Bruno, E. D.; Campañone, L. A. and Martino, M., (2014). "Effect of microwave treatment on metal-alginate beads", *Journal of Food Engineering*, 135, 26-30.
- CAI, Y.; SUN, M. and CORKE, H., (2003). "Antioxidant activity of betalains from plants of the Amaranthaceae", *Journal Agricultural Food Chemistry*, 51, 2288-2294.
- CALDWELL, E. F. and GROGG, B., (1955). "Application of the thiobarbituric acid test to cereal and baked products", *J. Food Technol.*, 9 (4), 185-186.
- CHEN, W.Z. and HOSENEY, R.C., (1995). "Wheat flour compound that produces sticky dough: isolation and identification", *Journal of Food Science*, 60, 434-437.
- CHIGURUPATI, N.; SAIKI, L.; GAYSER, CH. JR.; and DASH, A.K., (2002). "Evaluation of red cabbage dye as a potential natural color for pharmaceutical use", *International Journal of Pharmaceutics*, 241, 293-299.
- CONFORTI, P.A. y LUPANO, C.E., (2004). Functional properties of biscuits with whey protein concentrate and honey, *Int. Journal of Food Science and Technol.*, 39, 745-753.
- DELADINO, L.; ANBINDER, P. S.; NAVARRO A. S. and MARTINO, M. N., (2008). "Encapsulation of natural antioxidants extracted from *Ilex paraguariensis*", *Carbohydrate Polymers*, 71, 126-134.
- DOWNHAM, A. and COLLINS, P. (2000). "Colouring our foods in the last and next millennium", *International Journal of Food Science and Technology*, 35, 5-22.
- DUDONNÉ, S.; VITRAC, J.; COUTIÉRE, P.; WOILLEZ, M. and MÉRILLON, J.M., (2009). "Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plants extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays", *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 57, 1768-1774.
- EDWARDS, N. M.; IZYDORCZYK, M.S.; DEXTER, J. E. and BILIADERIS, C. G., (1993). "Cooked pasta texture. Comparison of dynamic viscoelastic properties to instrumental assessment of firmness", *Cereal Chemistry*, 70, 122-126.
- FU, B. and LABUZA, T.P., (1993). "Shelf Life Prediction, Theory and Application", *Food Control*, 4, 125-133.
- GOMES NATAL, D. I.; DANTAS DE SOUZA, M. I.; TEIXEIRA RIBEIRO VIDIGAL, M.C.; MACHADO ROCHA RIBEIRO, S.; PIOVESAN, N. D.; DUARTE MARTINO, H. S. and DIAS, D. M., (2014). "Fortification of pizza dough's with whole soybean flour of new cultivar 'UFVTN 105AP'". *Ciencia Rural*, 44, 1678-1685.
- KAYODÉ, A. P. P.; BARA, C.A.; DALODÉ-VIEIRA, G.; LINNEMANN, A.R.M.; NOUT, J.R. and HALL, C., (2012). "Extraction of antioxidant pigments from dye sorghum leaf sheaths", *LWT - Food Science and Technology*, 46, 49-55.
- KEARSLEY, M.W. and KATSABOXAKIS, K.Z., (1980). "Stability and use of natural colours in foods Red beet powder, copper chlorophyll powder and cochineal", *International Journal of Food Science and Technology*, 15, 501-514.
- LANKANKAPUTHRA, W. E. V. and SHAH, N.P., (1995). "Survival of *Lactobacillus acidophilus* and ifidobacterium spp in the presence of acid and bile salts", *Cult. Dairy Prod*, 30, 2-7.
- MOBHAMMER, R. M.; ROHE, M.; STINTZING, C.F. and REINHOLD, C., (2007). "Stability of yellow-orange cactus pear 8 opuntia ficus-indica (L) Mill. Cv "Gialla" betalains as affected by the juice matrix and selected food additives", *Eur Food Res Technology*, 225, 21-32.
- MORENO ALVAREZ, M. J.; VITORIA MATOS, A.; DOUGLAS, R. and BELEN, C., (2002). "Degradación de betalainas en remolacha (*Beta vulgaris* L.): Estudio cinético", *Revista Científica*,

12, 133-136.

PÉREZ, S. R.; OSELLA, C. A.; DE LA TORRE, M. A. and SÁNCHEZ, H. D., (2008). "Efecto del mejoramiento proteico sobre los parámetros de calidad nutricional y sensorial de galletitas dulces (cookies)", *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58, 403-410.

PODSEDEK, A., (2007). "Natural antioxidants and antioxidant capacity of *Brassica* vegetables: A review", *LWT-Food Science and Technology*, 40, 1-11.

SAPERS, G. M.; TAFFER, I. and ROSS, L. R., (1981). "Functional properties of a food colorant prepared from red cabbage", *Journal of Food Science*, 46, 105-109.

SCHLESIER, K.; HARWAT, M.; BÖHM, V. and BITSCH, R., (2002). "Assessment of antioxidant activity by using different in vitro methods", *Free Radical Research*, 36, 177-187.

SENDRA, E.; FAYOS, P.; LARIO, Y.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERA, E. and PÉREZ-ÉLVAREZ, J., (2008). "A Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria", *Food Microbiol.*, 25, 13-21.

STINTZING, F. C.; SCHIEBER, A. and CARLE, R., (2000). "Rote Bete als Farbendes Lebensmittel eine Bestandsaufnahme estandsaufnahme", *Obst. Gemu seundKartoffelverarbeitung*, 85, 196-204.

VALENZUELA, A. B.; SANHUEZA, N. and NIETO, S., (2003). "Revision natural antioxidants in functional foods: from food safety to health benefits", *Grasa Aceites*, 54, 295-303.

VENDRAMINI, M.; SCHVEZOV, N.; HOLOVATTY, S.; ARGÜELLO, G.; MALEC, L. and ARGÜELLO, B., (2008). "Comparación de la variación de la actividad antirradical de la yerba mate mediante dos métodos a través de distintas condiciones de estacionamiento", *La Alimentación latinoamericana*, 86-90.

VRCHOVSKÁ, V.; SOUZA, C.; VALENTÃO, P.; FERRERES, F.; PEREIRA, A.J.; SEABRAB, M. R. and ANDRADE, P.B., (2006). "Antioxidative properties of tronchuda cabbage (*Brassica oleracea L.var.costata DC*) external leaves against DPPH, superoxide radical, hidroxiyl radical and hypochlorous acid", *Food Chemistry*, 98, 416-4