

Caracterización de propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la *gelatina blanca de pata de res*¹

Characterization of physicochemical and microbiological properties of *gelatina blanca de pata de res*

Caracterização de propriedades físico-químicas e microbiológicas da *gelatina branca de pata de gado* (geleia de mocotó)

V. Domínguez-Segovia y J.S. Ramírez-Navas

Recibido: abril 24 de 2016 - Aceptado: enero 13 de 2017

Resumen—La *gelatina blanca de pata de res* (GBPR) es un dulce típico artesanal, del cual existe muy poca información científica. El objetivo de este trabajo fue caracterizar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de GBPR, fabricadas en Andalucía (Valle). La metodología se enfocó en la determinación cuantitativa de dichas propiedades de acuerdo a la normatividad colombiana para muestras de gelatina. Las muestras analizadas cumplieron con los criterios microbiológicos. *Escherichia coli* y *Estafilococo aureus* no fueron detectados. Sin embargo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la humedad, cenizas, nitrógeno total y proteína; como también en los parámetros de color (L^* , a^* , b^*). Los valores obtenidos de diferencia de color ($\Delta E > 2,7$) entre muestras permitieron comprobar que los procedimientos no están estandarizados. Estos resultados proporcionan un importante sustento que contribuyen a la industria artesanal, evidenciando la necesidad de estandarizar la producción y la materia prima, sin perder las tradiciones ancestrales.

Palabras clave— colágeno, azúcar, inocuidad, pH, a_w , color.

Abstract— The *gelatina blanca de pata de res* (GBPR) is a typical handcrafted sweet, of which there is little scientific information. The aim of this research was to characterize the physicochemical and microbiological properties of

GBPR, produced in Andalucía (Valle). The methodology was focused on the quantitative determination of these properties according to the Colombian law. The analyzed samples met the microbiological criteria. *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* were not detected. However, statistically significant differences were found in the moisture, ash, total nitrogen and protein; as well as in the color parameters (L^* , a^* , b^*). The obtained values of color difference ($\Delta E > 2.7$) among samples provide confirmation that the procedures are not standardized. These results provide important contributions to the handcrafted food industry, highlighting the need to standardize the production and raw materials without compromising long lasting traditions.

Key words— collagen, sugar cane, safety, pH, a_w , color.

Resumo—A *gelatina branca de pata de gado* (GBPR) é um doce típico artesanal, o qual se tem pouca informação científica. O objetivo desde trabalho foi caracterizar as propriedades físico-químicas e microbiológicas de GBPR, fabricadas em Andalucía (Valle). A metodologia se enfocou na determinação quantitativa dessas propriedades de acordo a normatividade colombiana para amostras de gelatina. *Escherichia coli* e *Estafilococo aureus* não foram encontrados. Entretanto, se encontraram diferenças estatisticamente significativas na humidade, cinzas, nitrogênio total e proteína; como também nos parâmetros de cor (L^* , a^* , b^*). Os valores obtidos de diferença de cor ($\Delta E > 2,7$) entre amostras permitiram comprovar que os procedimentos não estão padronizados. Estes resultados proporcionam uma importante base que contribuem à indústria artesanal, evidenciando a necessidade de padronizar a produção e a matéria prima, sem perder as tradições ancestrais.

Palavras chave— colágeno, açúcar, inocuidade, pH, a_w , cor.

¹Producto de investigación del Grupo de Investigación en Electroquímica y Medio Ambiente (GIEMA), del Programa de Química, de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Santiago de Cali.

V. Domínguez-Segovia, es Química, Programa de Química, de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Santiago de Cali (Colombia). email: saray.0829@gmail.com

J.S. Ramírez-Navas es Profesor Asistente, Escuela de Ingeniería de Alimentos, Universidad del Valle; y es Docente, Programa de Química, de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Santiago de Cali, (Colombia). email: juan.sebastian.ramirez@correounivalle.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

LA gelatina de pata de res es un dulce típico de los pueblos hispanoamericanos [1]. Se elabora de forma artesanal a partir del colágeno extraído de la pata de res. En el Valle del Cauca, en Colombia, existe un pueblo que se caracteriza por elaborar esta golosina, su nombre es Andalucía. La gelatina blanca de pata de res (GBPR) tiene forma alargada, consistencia blanda, esponjosa, de color marrón claro y un leve aroma a melado. Los insumos requeridos para la elaboración de este producto son: patas de res, panela, azúcar, fécula de maíz y agua [2]. Aunque éste es un producto conocido y ampliamente consumido en todo el país, la información bibliográfica de estudios que se hayan realizado sobre él es mínima [1-3].

La mayoría de las empresas gelatineras tienen muchos años de funcionamiento. Pocas empresas han aceptado los avances tecnológicos. En la mayoría se observa que no existen procesos estandarizados, que solamente se confía en la destreza de los operarios. Sin embargo, esto se ve reflejado en procesos ineficientes, en pérdidas en la producción y en uso incorrecto de materias primas. Adicionalmente, se suma el impacto ambiental de aquellas empresas que no realizan un correcto desecho de sus residuos [3].

Mediante la revisión y modificación del proceso se puede mejorar el producto final obtenido, logrando homogeneidad (sabor, color, textura, etc.) e iguales condiciones de calidad, composición fisicoquímica y microbiológica, permitiendo que éste cumpla con parámetros internacionales de calidad, sin que pierda las características ancestrales, y lo más importante, mejorando la calidad del producto y permitiendo un reconocimiento del mismo a nivel internacional. Esto motivó a la realización de este trabajo de investigación, que tuvo como objetivo caracterizar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la GBPR elaborada en Andalucía (Valle del Cauca).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Ubicación y muestreo

Para la caracterización del producto, inicialmente se seleccionaron tres marcas comerciales de GBPR (G1, elaborada de forma industrial; G2 y G3, elaboradas de forma artesanal) pertenecientes a empresas tradicionales y representativas del Municipio de Andalucía - Valle del Cauca. Las muestras se recolectaron directamente en el Municipio de Andalucía. Todos los análisis se desarrollaron en los Laboratorios de la Universidad Santiago de Cali.

B. Análisis Microbiológico

A las muestras se les efectuaron los siguientes análisis microbiológicos: recuento total de aerobios mesófilos (UFC/g, m: 500, M: 5.000) [4], recuento de mohos y levaduras (UFC/g, m: 50, M: 100) [5], recuento de coliformes en placa (UFC/g, M: <3) y determinación de *Escherichia coli* (UFC/g, m: ausente) [6] y determinación de *Estafilococo aureus* (UFC/g, m: <10) [7]. Los resultados obtenidos se compararon con la norma NTC-5592 [8], con el fin de establecer la calidad higiénico-sanitaria del producto analizado.

C. Análisis fisicoquímico y bromatológico

Se realizaron las siguientes determinaciones: contenido de humedad, ceniza y pH, según la norma NTC-1629 [9]; azúcares totales de acuerdo al método Bertrand [10]; contenido de proteína y nitrógeno total por método Kjendahl, según la norma ISO-1871 [11], actividad de agua (a_w) [12], y color [13].

1) Humedad

Se tomaron aproximadamente 2 g de muestra bien mezclada en una caja de Petri con su respectiva tapa. Previamente el recipiente de vidrio se secó a 100°C y enfrió en desecador, y se determinó su masa inmediatamente después de haber alcanzado la temperatura ambiente. El recipiente (con la tapa desajustada) se colocó en una estufa a 100 °C durante cinco horas. Inmediatamente, se ajustó la tapa sobre el disco, se transfirió al desecador y se determinó su masa, después de alcanzar la temperatura ambiente. Se reportó la pérdida de masa como humedad.

2) Cenizas totales

Se tomaron 3 g de muestra en una cápsula de porcelana previamente tarada y pesada. Se distribuyeron en una fina capa en el fondo de la cápsula. Se incineró en plancha dentro de la campana, hasta que dejó de producirse humo. Luego se colocó en la mufla a 525 °C hasta que las cenizas se tornaron blancas. Finalmente, se calculó el porcentaje de cenizas con referencia a la masa inicial.

3) pH

Se tomaron 2 g de muestra, se disolvió en aproximadamente 20 mL de agua caliente, posteriormente se aforó la muestra en un matraz aforado de 100 mL con agua tibia y se procedió a registrar el pH a temperatura ambiente con un pH-metro (pHTestr 10. Double Junction. Waterproof) previamente calibrado con soluciones Buffer de pH 4, 7 y 10.

4) Actividad de Agua (a_w)

Se midió la actividad del agua usando el equipo *AquaLab 4TE* (Decagon Devices, Inc., USA). La calibración del equipo se realizó con sales patrón estándar (0,05, 0,25 y 0,98) introduciendo una a una las sales, hasta que el equipo mostrara la medición de la actividad de agua de las mismas. Con el equipo calibrado se midió la a_w de las GBPR, tomando muestras de aproximadamente 12 g.

5) Energía

La determinación de la energía o aporte calórico se realizó aplicando la siguiente ecuación:

$$E = \frac{4,1 * C + 9,45 * L + 4,3 * P}{4,184}, [kJ]$$

Ec. 1. Energía aportada por el alimento

Donde: E es la energía, en kJ, C los carbohidratos, en g; L los lípidos, en g; P las proteínas, en g; 4,184 es el factor de conversión de Cal (kcal) a kJ.

6) Color

Se empleó como modelo de color el sistema CIE- $L^*a^*b^*$, con el parámetro de observador estándar CIE de 10 grados y el iluminante de referencia D65 (estándar luz de día) empleado frecuentemente y el apropiado para muestras sin referencia previa. Empleando un espectrocolorímetro (Color Flex- HunterLab), se obtuvieron los valores experimentales teniendo como parámetros matemáticos los citados por Novoa y Ramírez-Navas [14]. Las magnitudes para la caracterización del color fueron: Luminosidad (L^*), proporción de rojo-verde (a^*), proporción amarillo-azul (b^*), saturación o pureza (C^*) y tonalidad o tipo de color (H^*) [15]. Para obtener dichas mediciones se calibró el equipo con los platos de referencia verde, blanco y negro, ubicando previamente la caja petri, sobre la cual se colocaron las muestras de GBPR, en el puerto de lectura. El procedimiento de ensayo se inició situando cada muestra en la caja petri. Todas las muestras se cubrieron antes del análisis con el cubreobjetos de color negro (parte del equipo). Para evitar que la luz causase interferencia en la lectura. Las muestras se rotaron aproximadamente 120° después de cada lectura, de este modo se repitió tres veces tanto en la parte interna como externa de la GBPR, y se promediaron estas lecturas obteniéndose un solo valor, procedimiento que se repitió para dos muestras de un lote de cada marca comercial de GBPR.

Teniendo en cuenta las coordenadas individuales registradas con el colorímetro se determinó la magnitud de color (E) empleando la metodología expuesta por García [16] y la diferencia de color (ΔE^*) [15, 17], empleando como punto de referencia (para la comparación) el valor promedio de todas las determinaciones de los parámetros L^* , a^* y b^* . Adicionalmente se calcularon a partir de las coordenadas rectangulares a^* y b^* los valores de C^* y H^* de acuerdo a Ramírez-Navas [15].

D. Análisis Estadístico

Los datos obtenidos se analizaron empleando el paquete estadístico SPSS® (V. 18.0.0-SPSS Inc.). Se determinaron diferencias estadísticamente significativas de los parámetros fisicoquímicos en muestras comerciales de GBPR mediante análisis de varianza (ANOVA), y se incluyó como prueba postHoc un Test de Tuckey con un nivel de significancia de 0,05.

III. RESULTADOS

De las tres marcas comerciales de GBPR que fueron objeto de estudio, solo una marca se encuentra constituida como empresa, y como tal ha aceptado la ayuda tecnológica ofrecida por el gobierno nacional para mejorar el procesamiento del producto. Dicha empresa actualmente cuenta con registro sanitario expedido por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). Las otras dos marcas, son microempresas familiares, que no cuentan con ningún tipo de control microbiológico al momento de producir la GBPR, aun así, las interpretaciones de los resultados de los análisis microbiológicos practicados a las muestras cumplen con los criterios de inocuidad establecidos por la norma siendo aptas para consumo humano.

A. Análisis Microbiológico

En la Tabla I se listan los resultados de las pruebas microbiológicas realizadas a muestras comerciales de GBPR.

Respecto a *Aerobios Mésofilos, mohos y levaduras* los resultados de las tres unidades por muestra de cada GBPR comercial son menores a los valores de m establecido (500 UFC/g) en la norma. Para *coliformes totales* no se hallan unidades de muestra con recuentos menores a 3 como indica M con un $c = 0$. En cuanto a *Escherichia coli* y *Estafilococo aureus*, no fueron detectados. Por lo tanto, las muestras comerciales cumplen con los criterios microbiológicos establecidos en la Norma.

B. Análisis Fisicoquímico y bromatológico

En la Tabla II se presentan los resultados (promedio \pm desviación estándar) de los análisis fisicoquímicos y bromatológicos de las muestras comerciales de GBPR realizadas por duplicado para cada lote seleccionado por cada marca comercial. Se presenta adicionalmente los valores de referencia reportados por el ICBF (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar) en la *Tabla de Contenido Nutricional de los Alimentos* [18].

Entre marcas comerciales de GBPR no se encontraron diferencias significativas en pH ni en a_w . Los resultados de pH se encuentran dentro de lo estipulado por la NTC-1629 [9]. Observando los valores de a_w se deduce que las muestras poseen un crecimiento microbiano retardado, es decir, la cantidad de agua libre en las muestras, es mínima como para reaccionar químicamente con otras sustancias y provocar el crecimiento microbiano. Lo que incrementa la vida útil de las muestras y a su vez la estabilidad [19]. Adicionalmente, los periodos de conservación de las muestras G2 y G1 serán más prolongados en comparación con las muestras G3, debido a que los microorganismos les será más difícil sobrevivir en un medio con presión osmótica alta, debido a la concentración de azúcares [20].

El contenido de azúcares totales en todas las muestras supera el valor de referencia. El aporte calórico de las muestras se debe principalmente al contenido de azúcares. Las cenizas presentaron diferencias significativas entre muestras comerciales, pero todos los valores obtenidos se encuentran dentro lo estipulado por la NTC-1629 [9] para muestras de gelatina en polvo. En relación al valor de referencia de la tabla nutricional del ICBF [18], G1 presenta valores menores mientras que G2 y G3 son mayores. El contenido de cenizas indica la calidad de las materias primas que se emplean para la fabricación de la GBPR, básicamente, la pureza del azúcar que se usa en el proceso [21]. Por lo general, la literatura relaciona un alto contenido de cenizas, con la presencia de un adulterante inorgánico.

Los resultados de humedad se encuentran dentro de lo estipulado por la NTC-1629 [9], sin embargo el valor de humedad es considerablemente inferior al valor de referencia de la tabla nutricional del ICBF [18]. La GBPR puede considerarse como alimento de humedad intermedia [20]. El contenido de humedad presentó diferencias estadísticamente significativas entre la muestra comercial G3 con respecto a las demás.

La muestra G3 posee mayor contenido de humedad que G2 y G1, esto atribuido generalmente a los métodos de elaboración de la golosina por parte de las empresas, pues en el proceso el operario debe concentrar la muestra de colágeno para evaporar el agua existente después del proceso de cocción de las patas de res, mientras esta operación se lleva a cabo, se adiciona el edulcorante, que, para este caso,

es azúcar refinada. Esta concentración de colágeno y azúcar con calor, permite al disacárido retener entre cuatro y seis moléculas de agua, formando puentes de hidrogeno con los grupos hidroxilos que posee en su estructura, disminuyendo el contenido de agua en el alimento [22]. Entre más se concentre el colágeno, menor contenido de humedad posee la muestra de alimento, como lo indican las muestras G2 y G1.

TABLA I
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS MUESTRAS COMERCIALES DE GELATINA BLANCA DE PATA DE RES

Requisito microbiológico	Especificación en norma NTC-5592 [8]	Resultado			Método
		G1	G2	G3	
Recuento total de aerobios mesófilos, UFC/g	<5000	<10	10	10	NTC 4519
Recuento de mohos, UFC/g	<100	<10	10	<10	NTC 4132
Recuento de levaduras, UFC/g	<100	<10	<10	<10	NTC 4132
Recuento de coliformes totales, UFC/g	<10	<10	<10	<10	NTC 4458
<i>Escherichia coli</i> , UFC/g	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	NTC 4458
<i>Estafilococo aureus</i> , UFC/g	<100	<100	<100	<100	NTC 4779

G1, muestras elaboradas de forma industrial; G2 y G3, muestras elaboradas de forma artesanal.

TABLA II
VALORES PROMEDIOS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS EN MUESTRAS COMERCIALES DE GELATINA BLANCA DE PATA DE RES

Propiedad		Valores de referencia de la tabla nutricional [18]	Muestra comercial de Gelatina blanca de pata de res		
			G1	G2	G3
			X ± DE	X ± DE	X ± DE
Aporte calórico (kJ)		1356	1665,1	1656,3	1634,3
Actividad de agua (a_w)		-	0,6054 ± 0,002 ^a	0,6189 ± 0,009 ^a	0,6108 ± 0,008 ^a
pH		-	5,10 ± 0,14 ^a	5,20 ± 0,07 ^a	5,60 ± 0,14 ^a
Carbohidratos	%m/m	73,50	86,87 ± 0,04 ^{a,b}	84,27 ± 0,09 ^b	88,57 ± 0,05 ^a
Humedad	%m/m	18,5	3,01 ± 0,09 ^b	3,10 ± 0,33 ^b	4,28 ± 0,07 ^a
Contenido de Proteína ²	%m/m	7,3	10,95	13,19	7,76
Nitrógeno Total	%m/m	-	1,75 ± 0,004 ^b	2,11 ± 0,006 ^a	1,15 ± 0,007 ^c
Ceniza	%m/m	0,6	0,40 ± 0,02 ^c	0,92 ± 0,01 ^a	0,76 ± 0,02 ^b

^{a,b,c} Filas con similar superíndice no difieren significativamente ($p < 0,05$)

² Contenido de proteína %m/m = N * 6,25

G1, muestras elaboradas de forma industrial; G2 y G3, muestras elaboradas de forma artesanal.

TABLA III
PARÁMETROS DE COLOR CIE L*a*b* (±DE) DE MUESTRAS COMERCIALES DE GELATINA BLANCA DE PATA DE RES

Parámetro	Int o Ext ²	Empresa		
		G1	G2	G3
L*	Int	38,83 ± 0,38 ^a	40,90 ± 3,28 ^a	40,61 ± 0,92 ^a
	Ext	26,31 ± 0,08 ^c	43,95 ± 0,27 ^b	46,47 ± 0,17 ^a
a*	Int	8,82 ± 0,11 ^a	7,70 ± 0,28 ^a	7,152 ± 1,46 ^a
	Ext	1,19 ± 0,12 ^a	1,20 ± 0,13 ^a	0,17 ± 0,06 ^b
b*	Int	32,70 ± 0,41 ^a	30,60 ± 0,75 ^a	31,37 ± 2,43 ^a
	Ext	5,59 ± 0,41 ^b	9,97 ± 1,00 ^a	6,48 ± 0,46 ^b
C*	Int	33,87 ± 0,43 ^a	31,56 ± 0,66 ^a	32,19 ± 2,69 ^a
	Ext	5,72 ± 0,42 ^b	10,05 ± 1,01 ^a	6,48 ± 0,46 ^b
H*	Int	1,31 ± 0,00 ^a	1,32 ± 0,02 ^a	1,35 ± 0,03 ^a
	Ext	1,36 ± 0,00 ^a	1,45 ± 0,00 ^a	0,76 ± 0,56 ^a
E	Int	51,54 ± 0,59 ^a	51,67 ± 3,00 ^a	51,85 ± 0,95 ^a
	Ext	26,93 ± 0,17 ^c	45,09 ± 0,04 ^b	46,93 ± 0,09 ^a

(a,b,c) iguales superíndices en filas no difieren significativamente ($p < 0,05$)

1. Valores promedio obtenidos de la determinación de color para muestras comerciales de gelatina blanca de pata de res (8 lecturas, 2 muestras, 1 lote por marca)

2. Color determinado en el interior de la muestra o en el exterior

G1, muestras elaboradas de forma industrial; G2 y G3, muestras elaboradas de forma artesanal.

Las muestras G2 y G1 obtuvieron un menor valor promedio en contenido de humedad en las muestras y un mayor contenido proteico, lo que indica una relación inversa entre estos parámetros. Esta relación se ve reflejada en la textura del producto, a mayor humedad, menor consistencia [20]. La variabilidad en el contenido de proteína entre muestras comerciales se atribuye, principalmente, a los tiempos de cocción de las patas de res y a la concentración del colágeno obtenido.

Los resultados obtenidos de las variables nitrógeno total y proteína (N*6,25) presentan diferencias significativas entre las muestras comerciales, siendo G2 la que posee mayor porcentaje de proteína. En relación al valor de referencia todas presentan valores superiores.

La GBPR se obtiene a partir de la extracción del colágeno por cocción de patas de res. En el proceso esta proteína se desnaturaliza. Con la desnaturalización del colágeno se afectan las interacciones no-covalentes, responsables de la estabilización de la estructura, así como la relación de dicha estructura con el solvente acuoso y en algunas ocasiones se afectan los puentes disulfuro. El puente disulfuro lo contiene el aminoácido Cisteína, el cual es un constituyente de la estructura del colágeno. Este enlace es muy importante en la estructura, plegamiento y función de las proteínas, facilitando la estabilidad de las mismas [20]. La desnaturalización puede ser deseable cuando se habla de elevar la digestibilidad de las proteínas y también sirve para mejorar funcionalidad, aumentar sus propiedades de espumado [20].

C. Color

En la Tabla III, se presentan los valores promedios y la desviación estándar de los diferentes parámetros del color por lote de muestra comercial. En la Figura 1 se presentan las diferencias de color (ΔE) obtenidas tanto interna como externamente en las muestras.

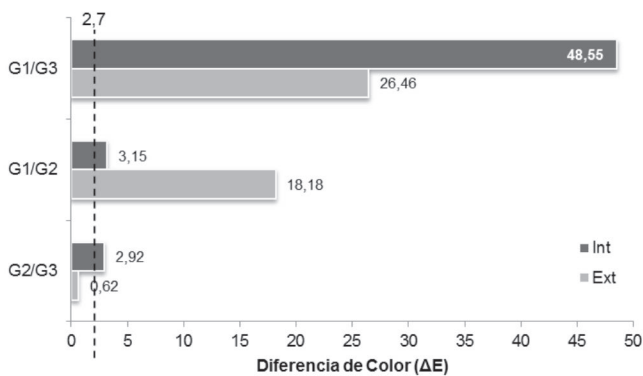


Fig 1. Diferencia de color entre marcas productoras de gelatina blanca de pata de res.

Los valores promedios de los parámetros del color obtenidos del análisis interno no presentan diferencias significativas, sin embargo, analizando la desviación estándar, es posible, observar variabilidad en el lote de cada una de las marcas. Las muestras G2 y G3 presentan la mayor variación, la primera muestra en cuanto a Luminosidad (L^*) y Magnitud de color (E) y la segunda en cuanto a Intensidad

de color Amarillo (b^*) y saturación (C^*) respectivamente. En el análisis externo de cada una de las muestras se presentan diferencias significativas entre marcas en el parámetro Luminosidad siendo G1 la muestra con mayor oscuridad y G3 la menos oscura. Los valores a^* presenta diferencias significativas entre G3 y las demás marcas. En los valores de b^* existen diferencias significativas de la muestra G2 con respecto a las demás.

Se observa que, a excepción del valor de comparación entre G2 y G3 en su parte externa, todos los valores de ΔE reportados para cada una de las muestras comerciales de GBPR son mayores a 2,7, valor en el cual el ojo humano ya logra detectar diferencias de color [15]. Esta variabilidad en el color entre marcas se atribuye al proceso productivo artesanal que no está estandarizado, por tal razón, se presentan algunas diferencias en las prácticas desarrolladas por cada empresa. Por ejemplo, en la formulación (cantidad de materias primas, especialmente en la cantidad de edulcorantes que se emplean en el proceso ya sea azúcar refinada, panela o ambos); tiempos de cocción y tecnología de fabricación que se reflejan en el color del producto terminado.

Químicamente, el color de la GBPR se produce por un fenómeno denominado pardeamiento no enzimático. La principal ruta para que lleve a cabo este fenómeno son las reacciones de Maillard originadas entre el azúcar y el colágeno, cambiando las propiedades químicas y físicas de la proteína, generando una acumulación de pigmentos de color marrón o café oscuro [23, 24]. Tanto la humedad como la a_w están relacionados con las reacciones de oscurecimiento no enzimático. En la reacción de Maillard por lo general, se observa que la relación de oscurecimiento decrece al aumentar el contenido de agua, aunque hay sistemas en los que la movilidad de los reactivos disminuye a bajos contenidos de agua [25]. El punto máximo de las reacciones de oscurecimiento tiene lugar en la mayoría de alimentos a valores de a_w entre 0,3-0,6 [20]. Sin embargo, durante el proceso de batido se incorpora aire al producto, lo que ocasiona que el color marrón cambie a color crema, pero pequeñas variaciones en las variables de proceso modifican el color final del producto.

D. Recomendaciones finales

Se observó que las empresas no están cumpliendo plenamente con la dotación requerida para el personal (guantes, tapabocas, gorros etc.) con el fin de cumplir las buenas prácticas de manufactura. Es importante dotar al personal de los implementos de seguridad industrial con el fin de asegurar la calidad del producto. Se recomienda a las empresas productoras de la GBPR estandarizar sus procesos de fabricación. Considerando que las nuevas tecnologías se han ido incorporando en el proceso de fabricación de la GBPR, se propone que las PYMES se acojan a esta propuesta, no solo, por la estandarización del proceso, sino que adquirir equipos permite realizar procesos más eficientes, en cuanto a ahorro de energía, facilidad de operación, seguridad etc.; reduciendo tiempos que se traducen en una mayor

producción y lo más importante sin perder las tradiciones ancestrales que han perdurado en el tiempo. Adicionalmente, se recomienda la creación de una norma técnica colombiana específica para GBPR.

IV. CONCLUSIONES

Todas las muestras cumplen con los criterios de inocuidad establecidos por la normatividad técnica, siendo aptas para consumo humano. Sin embargo, la variabilidad y las diferencias estadísticas significativas en los análisis fisicoquímicos presentada en el parámetro diferencia de color (ΔE^*) entre marcas comerciales de GBPR, evidencian la falta de un proceso estandarizado de fabricación (materias primas empleadas, operaciones realizadas en el proceso de fabricación, variables de proceso, entre otros) de la GBPR. Empleando el Sistema CIELab se logra caracterizar de forma objetiva el color de la GBPR. Los parámetros como L^* , a^* y b^* determinados con esta escala permiten obtener un valor promedio que puede ser utilizado como valor de referencia en el proceso de fabricación de este producto.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal de las empresas productoras y comercializadoras de gelatina de pata de res ubicadas en Andalucía (Valle), por haber proporcionado información relevante y necesaria que no estaba escrita en fuentes bibliográficas consultadas. A Martha C. Viveros por su colaboración con la revisión del texto en inglés. También agradecen a la Universidad Santiago de Cali, por toda la colaboración prestada en el desarrollo de este proyecto.

REFERENCIAS

- [1] V. Domínguez, T. A. Ortiz, O. E. Trujillo, and J. S. Ramírez-Navas, "Preferencia y aceptación de Gelatina de Pata de Res," *Alimentos Hoy*, vol. 22, pp. 63-70, 2013.
- [2] V. Domínguez, D. González, and J. S. Ramírez-Navas, "Gelatina de pata de res," *La Alimentación Latinoamericana*, vol. 307, pp. 58-63, Dic 2013.
- [3] P. Vásquez Chau, N. E. Vivas Duque, C. A. Madera Parra, S. P. Betancourth Botero, C. Ramírez Toro, C. Álvarez Echeverry, L. F. Moreno Abadía, D. Azcuntar Ríos, and A. D. Jaramillo Salazar, *Producción más limpia (PML) y aplicaciones básicas de buenas prácticas de manufactura (BPM) en la elaboración de gelatina de pata y mano de res*. Cali, Colombia: Corporación Autónoma Regional Del Valle Del Cauca, 2009.
- [4] NTC-4519, "Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal: Método horizontal para el recuento de microorganismos. Técnica de recuento de colonias a 30 °C: .," vol. 4519, ed. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas, 2009, p. 1.
- [5] NTC-4132, "Microbiología: Guía general para el recuento de Mohos y Levaduras. Técnica de recuento de colonias a 25 °C," vol. 4132, ed. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas, 1997, p. 2.
- [6] NTC-4458, "Microbiología de alimentos y de alimentos para animales: Método horizontal para el recuento de Coliformes o Escherichia coli o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos," vol. 4458, ed. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas, 2007, p. 2.
- [7] NTC-4779, "Microbiología de alimentos y alimentos para animales: Método horizontal para el recuento de Estafilococo coagulosa positiva (Staphylococcus aureus y otras especies)," vol. 4779, ed. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas, 2007, pp. 1-2.
- [8] NTC-5592, "Productos alimenticios: Gomas, jaleas y masmelos," vol. 5592, ed. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2008, pp. 4-5.
- [9] NTC-1629, "Industrias alimentarias: Gelatina," vol. 1629, ed. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 1981, p. 16.
- [10] H. El Batal, A. Hasib, A. Ouattmane, F. Dehbi, A. Jaouad, and A. Boulli, "Sugar composition and yield of syrup production from the pulp of Moroccan carob pods (Ceratonia siliqua L.)," *Arabian Journal of Chemistry*, vol. 9, Supplement 2, pp. S955-S959, 11/11/2016.
- [11] ISO-1871, "Alimentos y alimentación animal. Directrices generales para la determinación de nitrógeno por el método Kjeldahl," vol. 1871, ed: International Organization for Standardization, 2009.
- [12] L. Sema-Cock, C. Torres-León, and A. Ayala-Aponte, "Efecto de la Adición de Edulcorantes no Calóricos sobre las Propiedades Fisicoquímicas y la Cinética de Secado de Cáscara de Mango Liofilizado," *Información tecnológica*, vol. 26, pp. 37-44, 2009.
- [13] J. S. Ramírez-Navas and A. Rodríguez de Stouvenel, "Characterization of Colombian Quesillo Cheese by Spectrocolorimetry," *VITAE*, vol. 19, pp. 178-185, Ago 2012.
- [14] D. F. Novoa and J. S. Ramírez-Navas, "Caracterización colorimétrica del Manjar Blanco del Valle," *Bioteología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 10, pp. 54-60, 2012.
- [15] J. S. Ramírez-Navas, "Espectrocolorimetría: Caracterización de leche y quesos," *Tecnología Láctea Latinoamericana*, vol. 61, pp. 52-58, 2010.
- [16] R. García, "Evaluación de las Características de Textura y Color en Cajeta de Leche de Vaca," Ingeniería Agroindustrial Tesis de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México 1999.
- [17] M. C. Londoño, J. C. Lucas, and V. D. Quintero, "Feasibility study of *Lactobacillus casei* in orange juice (*Citrus sinensis*) supplemented with vitamin C, calcium and oligofructose," *Entre Ciencia e Ingeniería*, vol. 18, pp. 31 - 38, 2015.
- [18] ICBF. (Sin año, 10 feb). *Tabla de Composición Nutricional de la Gelatina de Pata*. Available: http://alimentoscolombianos.icbf.gov.co/alimentos_colombianos/principal_alimento.asp?id_alimento=1012&enviado=1
- [19] J. B. Gurtler, M. P. Doyle, and J. L. Kornacki, *The Microbiological Safety of Low Water Activity Foods and Spices*. New York, USA: Springer 2014.
- [20] S. Badui Bergal. (2006). *Química de los Alimentos (cuarta ed.)*.
- [21] J. Domínguez, "Determinación de humedad y cenizas en cereales," Universidad del Santa, Huánuco, Perú. 2014.
- [22] R. Schrieber and H. Gareis, *Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice*. USA: John Wiley & Sons, 2007.
- [23] T. Chaochai, H. Miyaji, T. Yoshida, E. Nishida, T. Furuike, and H. Tamura, "Preparation of Chitosan-Gelatin Based Sponge Cross-Linked with GlcNAc for Bone Tissue Engineering," *Journal of Chitin and Chitosan Science*, vol. 4, pp. 1-8, 2016.
- [24] N. Potes, A. S. L. Lim, and Y. H. Roos, "Chemical Stability: Browning and Oxidation," pp. 361-400, 2017.
- [25] C. W. Wong, H. B. Wijayanti, and B. R. Bhandari, "Maillard Reaction in Limited Moisture and Low Water Activity Environment," pp. 41-63, 2015.

Vanessa Domínguez Segovia, es Química de la Universidad Santiago de Cali (Colombia).

Juan Sebastián Ramírez-Navas es Ingeniero Químico de la Universidad Central del Ecuador. Doctor en Ingeniería de Ingeniería de Alimentos de la Universidad del Valle (Colombia). Es investigador, miembro de los Grupos de Investigación: G. I. en Ingeniería de Procesos Agroalimentarios y Biotecnológicos (GIPAB), G. I. en Electroquímica y Medio Ambiente (GIEMA) y G. I. en Nutrición y Ciencias Alimentarias (GINSAs). Actualmente es Profesor Asistente (DOMT) en la Escuela de Ingeniería de Alimentos de la Universidad del Valle. Profesor (HC) en el programa de Química de la Universidad Santiago de Cali y en el programa de Nutrición y Dietética en la I. U. Escuela Nacional del Deporte.