

REVISTECA

Revista en
Tecnología
y Ciencia
Alimentaria

Publicación Anual del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos * Volumen 6- 1997 *

DETERMINACION DE LA ESTABILIDAD DEL COCO (*Coco nucifera L.*) RALLADO DESHIDRATADO SEGUN EL PARDEAMIENTO NO-ENZIMATICO

Composición química del huevo de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) y evaluación de su calidad física y microbiológica durante su almacenamiento

Se determinó la composición química de los huevos de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) y se evaluó su calidad física y microbiológica durante el almacenamiento a 5 °C y 25 °C y a una humedad relativa de 92 %.

Página 10



Página 1

Percepción y uso de fecha de duración mínima en los alimentos preenvasados

Ciento cincuenta y ocho consumidores y treinta y cuatro técnicos fueron encuestados para evaluar su

percepción y su uso de la fecha de duración mínima en los productos preenvasados.

Página 20

Evaluación de la estabilidad del surimi elaborado con FACA sometido a ciclos sucesivos de congelación-descongelación

Se evaluó el efecto de ciclos repetitivos de congelación-descongelación sobre la calidad del surimi elaborado con fauna acompañante del camarón blanco o rosado, a

través de la medición de las siguientes propiedades reológicas: fuerza de compresión, fuerza de penetración, deformación, fluido expresible y doblado.

Página 25

Efecto de la luz, el oxígeno, el tiempo de reacción y el pH en el proceso de obtención de nitrosil hemocromo a partir de la sangre de res

El propósito de este trabajo fue definir las condiciones de estabilización química de la sangre y evaluar el efecto de la luz, el oxígeno, el pH y el tiempo de reacción en el proceso de obtención de nitrosil hemocromo a partir de la sangre del ganado vacuno de la raza Brahman.

Página 33

Revista Anual publicada por el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

Directora del CITA
Gisela Kopper Arguedas

Editor
Ricardo Quirós Castro

Consejo Editorial
M. Sc. Gisela Kopper Arguedas
M. Sc. Ruth De la Asunción Romero
Ana Ruth Bonilla Leiva, Ph. D.
Lic. Vera García Cortes

Diseño de Portada
Ricardo Quirós Castro

Diagramación
Guiselle Cascante Salazar

La responsabilidad de los trabajos firmados es de sus autores y no del CITA, excepto cuando se indique expresamente lo contrario.

La mención de cualquier empresa o procedimiento patentado no supone su aprobación por parte del CITA.

Los artículos incluidos en REVITECA pueden reproducirse libremente siempre y cuando se haga mención expresa de su procedencia y se envíe copia al Consejo Editorial.

Correspondencia por correo y suscripciones Universidad de Costa Rica - Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos REVITECA
San José - Costa Rica
Email: citaucr@carriari.ucr.ac.cr
Tels. 207-3067 / 207-3031 / 207-3067 / 207-4212 / 207-4701

La presente edición de REVITECA es patrocinada por Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

Determinación de la estabilidad del coco (*Cocos nucifera* L.) rallado deshidratado según el pardeamiento no-enzimático

1

Gisela KOPPER ARGUEDAS

Composición química del huevo de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) y evaluación de su calidad física y microbiológica durante su almacenamiento

10

Randall MORA CASTRO
Ana Cecilia CHAVES QUIROS
Carlos H. HERRERA RAMIREZ

Percepción y uso de la fecha de duración mínima en los alimentos preenvasados

20

Adriana BLANCO METZLER
Carlos PANIAGUA VASQUEZ
Rafael MONGE ROJAS
Leda MUÑOZ GARCIA
Sandra CHAVEZ DELGADO
Rodolfo VEGA CARDONA

Evaluación de la estabilidad del surimi elaborado con FACA sometido a ciclos sucesivos de congelación-descongelación

25

Ronald MONTIEL MASIS
Sandra CALDERON VILLAPLANA
Carlos H. HERRERA RAMIREZ

Efecto de la luz, el oxígeno, el tiempo de reacción y el pH en el proceso de obtención de nitrosil hemocromo a partir de la sangre de res

33

Susanne ARTIÑANO HANGEN
Carlos H. HERRERA RAMIREZ

EFFECTO DE LA LUZ, EL OXIGENO, EL TIEMPO DE REACCION Y EL pH EN EL PROCESO DE OBTENCION DE NITROSIL HEMOCROMO A PARTIR DE LA SANGRE DE RES

Susanne ARTIÑANO-HANGEN (*) y Carlos H. HERRERA-RAMIREZ (**)

ABSTRACT

EFFECT OF LIGHT, OXYGEN, REACTION TIME AND pH IN THE SYNTHESIS OF NITROSYL FERROHEMOCHROME FROM BOVINE BLOOD

The purpose of this research was to establish the conditions for chemical stabilization of bovine blood and to evaluate the effect of light, oxygen, pH and reaction time in the synthesis of nitrosylferrohemochrome from Brahman bovine blood.

A solution of sodium citrate (0,5%; w/v) and sodium chloride (0,9%; w/v) in a ratio of 9:1 (blood:solution) was suitable to collect and stabilize blood. Average content of hemoglobin and red cells in bovine blood was 13 ± 1 g/dL and $34 \pm 2\%$ (w/w) respectively.

The experimental design was a factorial arrangement of $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 5$, with four independent variables: light (presence/absence), oxygen (presence/absence), pH (5,0/6,0) and reaction time (15/30 min); in two levels, with five replications for the dependent variable: yield of mononitrosylferrochrome.

Because of the excess of reducing agent (ascorbic acid), the yield of the process is not affected significantly by light or oxygen; however it is affected by pH and reaction time. Reducing pH from 6,0 to 5,0 and reaction time from 30 min to 15 min, increased the process yield significantly. Around pH 5,0 myoglobin and hemoglobin were able to react with nitrite faster than at other pH values. Moreover, mononitrosylferrochrome was insoluble in water at pH 5,0, facilitating its extraction.

Best conditions for the synthesis of mononitrosylferrochrome were pH 5,0, 15 min reaction time, in the presence of light and oxygen.

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue definir las condiciones de estabilización química de la sangre y evaluar el efecto de la luz, el oxígeno, el pH y el tiempo de reacción en el proceso de obtención de nitrosil hemocromo a partir de la sangre del ganado vacuno de la raza Brahman.

Se encontró que el uso de una disolución anticoagulante de citrato de sodio (0,5%; m/v) y cloruro de sodio (0,9%; m/v) en proporción 9:1 (sangre:anticoagulante) es apropiada para la recolección y estabilización de la sangre de res. El contenido promedio de hemoglobina y glóbulos rojos en la sangre de res fue de 13 ± 1 g/dL y $34 \pm 2\%$ (m/m) respectivamente.

El diseño experimental consistió en un arreglo factorial de $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 5$ con cuatro variables independientes: luz (presencia o ausencia), oxígeno (presencia o ausencia), pH (5,0 ó 6,0) y tiempo de reacción (15 ó 30 min), en dos niveles con cinco repeticiones para la variable dependiente: rendimiento de reacción.

La luz y el oxígeno no tienen un efecto significativo (nivel de significancia del 1%) en el rendimiento del proceso; debido al exceso de agente reductor en el medio de reacción. El cambio de pH de 5,0 a 6,0 disminuye significativamente el rendimiento de la reacción, ya que a un pH cercano a 5,0, la mioglobina reacciona más rápido con el nitrito y además el mononitrosilhemocromo se insolubiliza en agua, facilitando su extracción. La cantidad de mononitrosilhemocromo obtenida a un tiempo de reacción de 15 min, es significativamente mayor que la obtenida a tiempos de reacción mayores.

Se concluye que de las condiciones de reacción analizadas, las mejores por rendimiento y comodidad son: pH 5,0, un tiempo de reacción de 15 min, en presencia de luz y de oxígeno.

(*) Licenciada en Tecnología de Alimentos. Escuela de Tecnología de Alimentos. UCR.

(**) M. Sc. Química de Alimentos. Escuela de Química. UCR.

INTRODUCCION

Actualmente en Costa Rica, la principal aplicación de la sangre obtenida como subproducto en la matanza de la res es la obtención de harina para consumo animal (Miranda, 1996). Como tal, tiene un bajo valor nutricional debido al prolongado tratamiento térmico al que se la somete para evitar la transmisión de enfermedades. Algunos mataderos no procesan la sangre sino que la desechan, causando graves problemas de contaminación. Es por lo tanto importante investigar otras alternativas de aplicación de este subproducto de la matanza. Una reciente alternativa de utilización de la sangre de res, propuesta por Shahidi y Pegg (1991b), es la producción de nitrosil hemocromo, un pigmento para embutidos, obtenido a partir de la hemoglobina. Dicho pigmento es responsable del color rosado característico de las carnes curadas con nitritos (Badui, 1990).

El volumen de sangre de grado alimenticio producido en nuestro país anualmente puede estimarse tomando como referencia la matanza total de reses para consumo local y exportación durante el año de 1994, la cual alcanzó los 174 672 millones de kg peso en pie (Pérez, 1995). Sabiendo que el volumen sanguíneo promedio del ganado vacuno es de 63 mL/kg (Dalton y Fisher, 1961 citado por Schalm *et al.*, 1981) y considerando como sangre de grado alimenticio el 50% del total de la sangre obtenida como subproducto (Piske, 1982); se obtiene un volumen anual de sangre utilizable con fines alimenticios de 5 502 m³.

Al emplear la sangre para sintetizar nitrosil hemocromo, se contribuye a disminuir los problemas de contaminación provocados por su desecho y se

aumentaría su valor agregado respecto al obtenido actualmente. Por otra parte, la adición del nitrosil hemocromo a los productos cárnicos evitaría el uso de los nitratos y nitritos (Shahidi y Pegg, 1991a, b; O'Boyle *et al.*, 1992; Sweet, 1975), compuestos capaces de reaccionar con aminos presentes en la carne, para producir nitrosaminas (Hotchkiss y Cassens, 1987; Badui, 1990; Yúfera, 1979), reconocidas como agentes carcinogénicos y mutagénicos en animales de laboratorio (Bailey y Williams, 1993). Al agregar el nitrosil hemocromo (sólido, disuelto o emulsificado en una matriz lipídica) se evitaría la adición de sangre líquida (como se hace en la actualidad) a los embutidos elaborados con pastas de pollo y de pescado; la cual se considera un foco potencial de contaminación (Miranda, 1996; Rust, 1975; Mielnik y Slinde, 1983). Además, al agregar el pigmento ya formado a la emulsión, se podría observar y controlar el color del producto antes de su cocción.

Existen diversos factores que pueden afectar el rendimiento del proceso de obtención del nitrosil hemocromo bajo las condiciones descritas por Shahidi y Pegg (1991b) tales como, el pH del medio, la presencia o ausencia de luz y oxígeno y el tiempo de reacción. Debido a que en nuestro país no existen precedentes en la obtención y utilización del nitrosil hemocromo, un primer paso es estudiar los factores que influyen en la síntesis del pigmento. Por lo tanto, en esta investigación se evaluó el efecto de los factores antes mencionados en el rendimiento del proceso de obtención del nitrosil hemocromo a partir de sangre de res, descrito por Shahidi y Pegg (1991b).

MATERIALES Y METODOS

Recolección y tratamiento de la sangre

La recolección de sangre se llevó a cabo por quintuplicado en el matadero de El Arreo, S.A. en San Antonio de Belén, Heredia, Costa Rica, durante los meses de setiembre y noviembre de 1996. Se recolectaron tres muestras de 2 L de sangre de res de la raza Brahman (cada muestra fue de una res diferente) y se estabilizaron con una disolución de citrato de sodio (0,5 %; m/v) y de cloruro de sodio (0,9 %; m/v), en proporción 9:1 (sangre: anticoagulante) (Chávez, 1996). Las muestras de sangre se tomaron directamente de la yugular (después del degollamiento del animal), en recipientes plásticos individuales, previamente lavados con agua caliente y enjuagados con la disolución anticoagulante. Las muestras se almacenaron en neveras con hielo (mientras se esperaba la inspección veterinaria de las vísceras; Robinson, 1996). Se mezclaron y homogenizaron las tres muestras y se almacenaron a 4 °C, por no más de 24 h (Caldironi y Ockerman, 1982).

Determinación del contenido de hemoglobina

Se tomaron cinco muestras de 10,0 mL de la mezcla de sangre, para la determinación de hemoglobina, según el método descrito por Sáenz *et al.* (1987).

Se calculó el promedio del contenido de hemoglobina, su respectiva desviación estándar y sus límites de confianza para un nivel de significancia del 1 % (González, 1996).

Separación de la sangre

Se pesaron 16 muestras de sangre (aproximadamente 35 mL en cada tubo) en tubos secos de 50 mL para ultracentrífuga. Los glóbulos rojos se separaron del plasma por centrifugación por 10 min a 7000 rpm a 4 °C, en una ultracentrífuga Beckman L7-35, con rotor 28 (Caldironi y Ockerman, 1982). Se decantó el plasma. Se pesó cada tubo para calcular el porcentaje masa en masa de glóbulos rojos. Se calculó el promedio del contenido de glóbulos rojos (%; m/m), su desviación estándar y sus límites de confianza para un nivel de significancia del 1 % (González, 1996).

Obtención del nitrosilhemocromo

Se realizaron diferentes ensayos bajo las condiciones descritas en el Cuadro 1. Los ensayos realizados en ausencia de oxígeno se llevaron a cabo bajo corriente de nitrógeno y aquellos en ausencia de luz, en equipo recubierto con papel de aluminio. El resto del proceso fue igual al descrito por Shahidi y Pegg (1991b).

Cuadro 1. Diseño factorial de 2x2x2x2x5 con cuatro variables independientes (luz, oxígeno, tiempo de reacción y pH) y una variable dependiente (rendimiento del proceso)

Ensayo	Luz	Oxígeno	Tiempo de reacción		pH	
			15 min	30 min	5,0	6,0
PLPO15-5	+	+	+	-	+	-
PLPO15-6	+	+	+	-	-	+
PLPO30-5	+	+	-	+	+	-
PLPO30-6	+	+	-	+	-	+
ALAO15-5	-	-	+	-	-	-
ALAO15-6	-	-	+	-	-	+
ALAO30-5	-	-	-	+	+	-
ALAO30-6	-	-	-	+	-	+
PLAO15-5	+	-	+	-	+	-
PLAO15-6	+	-	+	-	-	+
PLAO30-5	+	-	-	+	+	-
PLAO30-6	+	-	-	+	-	+
ALPO15-5	-	+	+	-	+	-
ALPO15-6	-	+	+	-	-	+
ALPO30-5	-	+	-	+	+	-
ALPO30-6	-	+	-	+	-	+

Nota: El código se compone de cuatro partes: las primeras dos letras significan presencia (PL) o ausencia (AL) de luz, las siguientes dos letras significan presencia (PO) o ausencia (AO) de oxígeno, el primer par de dígitos se refiere a tiempos de reacción de 15 ó 30 min, y el último dígito simboliza el pH al que se acidificó (5,0 ó 6,0).

Se agregaron 225 mL de una disolución de NaOH 0,2 M con ácido ascórbico en razón molar 10:1 (ácido ascórbico:hemo), a 25 000 g de los glóbulos rojos. Se calentó la mezcla de reacción a 85 °C y se agregó nitrito de sodio en una razón molar de 10:1 (nitrito de sodio: hemo) manteniendo la temperatura y agitación constantes. A tiempos de reacción de

15 min y 30 min, se tomaron muestras duplicadas de 50,00 mL; se enfriaron a temperatura ambiente en un baño de hielo y se acidificaron con ácido cítrico 0,1 M hasta de pH 5,0 ó 6,0. Las muestras se centrifugaron por 10 min a 3 000 rpm, en una centrífuga Sizel C50, se descartó el sobrenadante y se extrajo el pigmento (tres veces, en forma consecutiva) con una disolución de acetona:agua (4:1), con ácido ascórbico como agente reductor disuelto en el agua en una razón molar 10:1 (ácido ascórbico:hemo). Cada muestra se aforó a 250,0 mL con el disolvente indicado. Se midió la absorbancia de cada muestra a 540,0 nm, en un espectrofotómetro Shimadzu UV-160, para determinar la cantidad de nitrosilhemocromo producido. Se calculó dicha cantidad usando el coeficiente de extinción del nitrosilhemocromo (Hornsey, 1956) y los factores de dilución pertinentes. El rendimiento porcentual (m/m) del proceso se determinó al comparar la cantidad de pigmento obtenido con la cantidad de pigmento que teóricamente se debió formar con el total de hemoglobina medida. Se calculó el promedio de los porcentajes de rendimiento del proceso obtenidos para cada combinación de condiciones, su respectiva desviación estándar y sus límites de confianza para un nivel de significancia de 1 % (González, 1996).

Análisis estadístico de los porcentajes de rendimiento

El diseño experimental empleado fue un arreglo factorial de $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 5$ con cuatro variables independientes (luz, oxígeno, pH y tiempo de reacción), en dos niveles con cinco repeticiones para una variable dependiente (rendimiento del proceso).

A los rendimientos obtenidos se les hizo un análisis de variancia para observar diferencias significativas (nivel de significancia de 1 %) de la variable dependiente con respecto a las variables independientes. En las interacciones dobles, donde se encontró diferencia significativa (nivel de significancia de 1 %), se calcularon los promedios para una variable independiente según la otra variable para determinar el origen de la significancia (Wong, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSION

Recolección y tratamiento de la sangre

Los diversos ensayos preliminares realizados mostraron que el sistema anticoagulante más eficaz, consiste de una mezcla de 0,5 mL de una disolución 0,5% (m/v) citrato de sodio, 0,9% (m/v) cloruro de sodio y 4,5 mL de sangre. El sistema indicado permitió la obtención de una mayor cantidad de glóbulos rojos durante la centrifugación y una buena separación de los mismos y el plasma. El citrato de sodio forma un complejo con el ión calcio, evitando la activación de diversos factores en el proceso de coagulación de la sangre. La disolución de cloruro de sodio es capaz de disolver o mantener en disolución las proteínas tipo "globulina" (hemoglobina) de la sangre (Cháves, 1996; Guyton, 1986; Caldironi y Ockerman, 1982; De Vuono *et al.*, 1979; Tybor *et al.*, 1975).

Contenido de hemoglobina y hematocrito en la sangre

En el Cuadro 2 se muestra el contenido de hemoglobina (g/dL) en las muestras de sangre de ganado vacuno analizadas. La variabilidad observada es normal, ya que el contenido de hemoglobina depende de diferentes factores, tales como la edad, el sexo, raza y estado fisiológico del animal, la altura y humedad relativa de la zona de crianza y desarrollo y del tipo de alimentación (Brenes, 1996; Schalm *et al.*, 1981). Sin embargo, el contenido de hemoglobina promedio es mayor que el reportado en la literatura, para la raza Brahman ($11,1 \pm 1,5$ g/dL) (Meneses *et al.*, 1991). Esto puede deberse al estricto control de calidad aplicado a los animales que ingresan al matadero El Arreo, SA, el cual garantiza el sacrificio de animales sanos y bien alimentados.

Cuadro 2. Contenido de hemoglobina (g/dL) y de glóbulos rojos (% m/m) en las diferentes muestras de sangre recolectadas

Muestra	Contenido de hemoglobina (g/dL)	glóbulos rojos (% m/m)
I	13,2	33,1
II	11,7	34,0
III	11,8	31,9
IV	12,6	34,7
V	14,0	37,0
Promedio	13	34
Desviación estándar	1	2
Límite de confianza (1%)	1	2

El contenido de glóbulos rojos (hematocrito) obtenido por la técnica de centrifugación se muestra en el Cuadro 2 y es similar al reportado en la literatura ($35,0 \pm 3,9$ %) para la raza Brahman (Meneses *et al.*, 1991). La variabilidad en el hematocrito de la sangre está determinada por los mismos factores responsables de la variación en el contenido de hemoglobina.

Efecto de la luz, el oxígeno, el pH y el tiempo de reacción en el proceso de obtención del nitrosilhemocromo

El espectro de absorción del nitrosilhemocromo se muestra en la Figura 1. Las longitudes de onda de máxima absorción y las de mínima absorción son idénticas a las descritas por Shahidi y Pegg (1991b), comprobando la presencia del compuesto mononitrosilhemocromo.

El rendimiento porcentual (m/m) del proceso de obtención del mononitrosilhemocromo para cada ensayo y sus promedios se muestran en el Cuadro 3. El análisis de variancia (nivel de significancia del 1%) de los resultados mostró que la obtención del mononitrosilhemocromo depende significativamente del pH del medio y del tiempo de reacción. Los rendimientos promedios del proceso en función del pH y del tiempo de reacción se presentan en forma separada en el Cuadro 4. El proceso de obtención del mononitrosilhemocromo es favorecido por un pH de 5,0 en el medio de reacción, ya que los rendimientos obtenidos son significativamente mayores, que los correspondientes a un pH de 6,0, lo cual concuerda con lo obtenido por Reith y Szakaly (1967a) quienes reportan que la reacción entre la mioglobina y el nitrito se lleva a cabo más rápido en un ámbito de

pH comprendido entre 5,0 y 5,5. Además, el mononitrosilhemocromo se torna insoluble en agua a un pH cercano a 5,0, ya que sus grupos carboxilo tienen un pKa cercano a 4,9; por lo cual se facilita su extracción y disminuyen las pérdidas del mismo durante la decantación del supernatante (Fessenden y Fessenden, 1983). En el Cuadro 4, se puede observar que a pH 5,0 y con un tiempo de reacción de 15 min, la obtención del mononitrosilhemocromo es significativamente superior que a los 30 min. Sin embargo, a pH 6,0 y a tiempos de reacción de 15 y 30 min, no se observan diferencias significativas entre los rendimientos del proceso.

La presencia o ausencia de oxígeno en el medio de reacción no fue significativa (nivel de significancia del 1%) en el rendimiento de la reacción, debido al exceso de agente reductor (ácido ascórbico) en el medio de reacción. El ácido ascórbico promueve la formación de hemoglobina y nitrosilhemoglobina, reduciendo la formación de metahemoglobina, oxihemoglobina y la oxidación del óxido nítrico a nitrito o nitrato. El nitrosilhemocromo es inestable en ausencia de óxido nítrico y en medios libres de agentes reductores (Jankiewicz *et al.*, 1994), debido a que el átomo de hierro en el nitrosilhemocromo, en su forma reducida (Fe II), tiende a oxidarse rápidamente al estar en contacto con el oxígeno del aire (Kilday *et al.*, 1988; Fox, 1966).

Algunas reacciones de oxidación pueden ser catalizadas por la luz (Brown y LeMay, 1987). En este caso la luz cataliza la reacción de oxidación del agente reductor (ácido ascórbico) y como el tiempo de reacción no es lo suficientemente prolongado para que se agote el exceso de éste, no se pudo observar tal efecto (nivel de significancia del 1%). El tiempo de reacción puede afectar el rendimiento del proceso; si es muy corto, la reacción no se lleva a cabo al máximo. Por otro lado si es muy prolongado, el agente reductor se puede agotar permitiendo que el oxígeno del aire oxide el producto.

Cuadro 3. Rendimiento de la reacción (% m/m) de obtención del nitrosil hemocromo

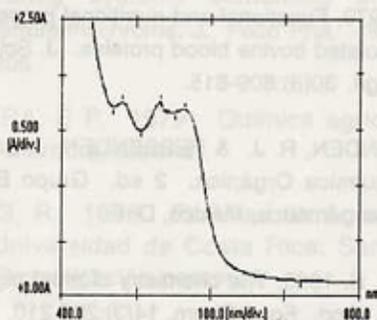
Ensayo	Rendimiento de la reacción (% m/m)					Promedio	DE	Límites 1%
	I	II	III	IV	V			
PLPO15-5	36	36	44	32	31	36	5	6
PLPO15-6	31	19	20	13	25	22	7	8
PLPO30-5	29	32	36	25	25	29	5	6
PLPO30-6	18	22	22	17	24	21	3	4
ALAO15-5	37	36	25	39	33	34	6	6
ALAO15-6	20	27	16	21	24	22	4	5
ALAO30-5	32	34	38	30	30	33	4	4
ALAO30-6	26	32	30	26	24	28	3	4
PLAO15-5	35	39	39	37	39	38	2	2
PLAO15-6	15	38	19	18	27	23	9	10
PLAO30-5	23	33	37	27	34	31	6	6
PLAO30-6	15	20	22	23	23	21	3	4
ALPO15-5	36	42	40	38	30	37	5	5
ALPO15-6	22	25	21	27	23	24	2	3
ALPO30-5	28	37	40	30	30	33	5	6
ALPO30-6	21	29	27	23	29	26	4	4

Cuadro 4. Rendimientos de la reacción (% m/m) del proceso de obtención del mono-nitrosilhemocromo según pH y tiempo de reacción

pH	Tiempo de reacción (min)	
	15	30
5,0	36% ^a	31% ^b
6,0	23% ^c	24% ^c

Nota: Subíndices diferentes indican que los datos son significativamente distintos para un nivel de significancia de 1%.

Figura 1. Espectro de absorción del mononitrosilhemocromo



BIBLIOGRAFIA

- BADUI, S. 1990. Química de los alimentos. 2 ed. Alhambra, México, D. F.
- BAILEY, G.S. & WILLIAMS, D.E. 1993. Potencial mechanisms for food-related carcinogens and anticarcinogens. Food Tech. 47(2): 105-118.
- BRENES, J. A. 1996. Clínica veterinaria del Dr. Brenes, Moravia. Comunicación personal.
- BROWN, T. L. & LeMAY, H. E. 1987. Química: La ciencia central. 3 ed. Prentice Hall Hispanoamericana, México, D. F.
- CALDIRONI, H.A. & OCKERMAN, H.W. 1982. Incorporation of blood proteins into sausage. J. Food Sci. 47(2):405-408.

CHAVES, L. P. 1996. Laboratorios del Dr. Páez. San José. Comunicación personal.

DE VUONO, M.; LAJOLO, F.M. & PEREIRA, N. 1979. Functional and nutritional properties of isolated bovine blood proteins. *J. Sci. Food Agri.* 30(8):809-815.

FESSENDEN, R. J. & FESSENDEN, J. S. 1983. *Química Orgánica*. 2 ed. Grupo Editorial Iberoamericana, México, D. F.

FOX, J. B. 1966. The chemistry of meat pigments. *J. Agri. Food Chem.* 14(3):207-210.

GONZÁLEZ, M. I. 1996. Universidad de C. R., Facultad de Agronomía. San José. Comunicación personal.

GUYTON, A. C. 1986. *Tratado de fisiología médica*. 6 ed. Nueva Editorial Interoamericana, México, D. F.

HORNSEY, H. C. 1956. The color of cooked cured pork. I.-Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *J. Sci. Food Agri.* 7:534-540.

HOTCHKISS, J.H. & CASSENS, R.G. 1987. Nitrate, nitrite, and nitroso compounds in foods. *Food Tech.* 41(4):127-136.

JANKIEWICZ, L.; Kwasny, M.; Wasylik, K. & Graczyk, A. 1994. Structure studies on the nitrosyl derivative of heme. *J. Food Sci.* 59(1): 57-59.

KILLDAY, K. B.; TEMPESTA, M.S.; BAILEY, M. E. & METRAL, C. J. 1988. Structural characterization of nitrosylhemochromogen of cooked cured meat: implications in the meat-curing reaction. *J. Agri. Food Chem.* 36(5): 909-914.

MENESES, A.; CARMONA, G. & SANCHO, E. 1991. Valores bioquímicos sanguíneos y hemáticos en vacas Brahman con referencia al estado fisiológico y estación en San Carlos, Costa Rica. *Cienc. Vet.* 13(1):15-20.

MIELNIK, J. & SLINDE, E. 1983. Sausage color measured by integrating sphere reflectance spectrophotometry when whole blood or blood cured by nitrite is added to sausages. *J. Food Sci.* 48(6): 1723-1725.

MIRANDA, M. 1996. Coopemontecillos. Alajuela. Comunicación personal.

O'BOYLE, A. R.; ALADIN-KASSAM, N.; RUBIN, L. J. & DIOSADY, L. L. 1992. Encapsulated cured-meat pigment and its application in nitrite-free ham. *J. Food Sci.* 57(4):807-812.

PEREZ, E. 1995. *Hatos, plantas y mercados. La economía de la carne bovina en Costa Rica.* Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José.

PISKE, D. 1982. Aproveitamento de sangue de abate para alimentação humana. I. Uma revisao. *Bol. ITAL* 19(3):253-308.

REITH, J.F. & SZAKALY, M. 1967. Formation and stability of nitric oxide myoglobin. II. Studies on meat. *J. Food Sci.* 32(2): 194-196.

ROBINSON, R. 1996. El Arreo. Heredia. Comunicación personal.

RUST, R. E. 1975. Sausage and processed meats manufacturing. AMI Center for Continuing Education, EEUU.

SAENZ, G. F.; BARRANTES, A. & CHAVES, M. 1987. Hematología analítica. 2 ed. Universidad de Costa Rica, San José.

SCHALM, O. W.; JAIN, N.C. & CARROLL, E. J. 1981. Hematología veterinaria. 3 ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires.

SHAHIDI, F. & PEGG, R.B. 1991a. Encapsulation of the pre-formed cooked cured-meat pigment. *J. Food Sci.* 56(6):1500-1504.

SHAHIDI, F. & PEGG, R.B. 1991b. Novel synthesis of cooked cured-meat pigment. *J. Food Sci.* 56(5):1205-1208.

SWEET, C.W. 1975 Additive composition for reduced particle size meats in the curing thereof. U.S. Patent 3,899,600.

TYBOR, P.T.; DILL, C.W. & LANDMANN, W.A. 1975. Fuctional properties of proteins isolated from bovine blood by a continuous pilot process. *J. Food Sci.* 40(1): 155-159.

WOOD, D.S.; COLLINS-THOMPSON, D.L.; USBORNE, W.R. & PICARD, B. 1986. An evaluation of antibotulinal activity in nitrite-free curing systems containing dinitrosyl ferrohemochrome. *J. Food Prot.* 49(9):691-695.

YUFERA, E P. 1979. Química agrícola III. Alhambra, Madrid.

WONG, R. 1996. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José. Comunicación personal.