

ARTÍCULO ORIGINAL**ELABORACIÓN DE YOGURT BATIDO BIOFUNCIONAL CON PULPA DE CAMU-CAMU
(*Myrciaria dubia* H. B. K.)****PREPARATION OF YOGURT BIOFUNCTIONAL SHAKE WITH PULP OF CAMU-CAMU
(*Myrciaria dubia* H. B. K.)**

Alfredo Abelardo Carmona Ruiz
Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú
Correo electrónico: alfredo.carmona@unas.edu.pe
Código ORCID: 0000-0003-1656-2318

Eduardo Alejandro Cáceres Almenara
Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
Correo electrónico: eduardo.caceres@unas.edu.pe
Código ORCID: 0000-0001-8956-6171

Máximo Alfredo Dionisio Garma
Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú
Correo electrónico: maximo.dionisio@unas.edu.pe
Código ORCID: 0000-0002-8457-7987

Pedro Pablo Peláez Sánchez
Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú
Correo electrónico: pedro.pelaez@unas.edu.pe
Código ORCID: 0000-0002-6425-1074

Recepción: 05 de noviembre de 2018

Aceptado: 31 de diciembre de 2018

Resumen

Elaboramos yogur batido con pulpa de camu camu, estabilizado con CMC planteándonos los siguientes objetivos: caracterizamos la leche y el camu camu; establecimos el proceso productivo óptimo de yogur batido biofuncional; formulamos en forma óptima el yogur batido biofuncional; caracterizamos el producto final; evaluamos la estabilidad del producto durante el almacenamiento mediante la vitamina C, polifenoles, consistencia, evaluación organoléptica y análisis microbiológicos.

Los resultados fueron: leche desnatada: Humedad 88,10; sólidos totales 11,80; grasa 1,05; proteína 4,08; densidad 1,04; pH 6,65; acidez 17,30; ceniza 0,60. Camu camu congelado: humedad 92,16; proteínas 0,58; grasa 0,30; carbohidratos 5,03; fibra 0,58; ceniza 0,20; ácido ascórbico total 2300,00. Para elaborar de yogur batido biofuncional fue necesario: **Acopiado**, leche de calidad; **tamizado, descremado y estandarizado**; 1% grasa; **pasteurizado**, 80°C por 5 minutos; **enfriado**, 43 °C; **inoculado** 3% inoculo a 40°C; **incubado**, 3 horas a 40°C; **enfriado**, 25°C-30°C; **adicionado**, 15% de camu camu, 0,3% de CMC y 10% de azúcar; **batido**; **envasado**, botellas PET de 250 mL; **refrigerado**, a 8°C a 10°C; **almacenado**. La formulación fue: Leche descremada, pulpa de camu camu 15%; CMC 0,3%; azúcar 10%, con un índice de consistencia de 27,099 N.S/m², con rendimiento de 121,65% por operación y 122,03% por proceso. La composición fisicoquímica promedio del yogur batido biofuncional fue: humedad 82,20; ceniza 0,69; grasa 1,12; fibra 0,083; proteína 4,026; carbohidratos 8,903; Ac. ascórbico (mg) 231,5; pH 4,2; polifenoles 1,68; índice de consistencia 27,0997. El tiempo de almacenamiento evaluando fue de 2 semanas (14 días) a una temperatura de 8 a 10°C.

Palabras clave: Yogurt, biofuncional, camu camu, polifenoles Vitamina C.

Abstract

We elaborate beaten yogurt with pulp of camu camu, rified with CMC raising the following objectives: characterized the milk and the camu camu; and salacious the I try productive functional optimal of beaten yogurt bio We formulate in optimal way the beaten yogurt functional bio; we characterize the end product; we evaluate the stability of the product during storage by the C vitamin, cop phenols, consistency, sensory evaluation and microbial analysis.

The results were: Skimmed milk: Humidity 88,10; solid total 11,80; greasy 1,05; protein 4,08; density 1,04; pH 6,65; acidity 17,30; ash 0,60. Frozen camu Camu: Humidity 92,16; proteins 0,58; greasy 0,30; carbohydrates 5,03; fiber 0,58; ash 0,20; ascorbic acid total 2300,00. To elaborate of beaten yogurt functional bio, it was necessary: **Gathered** Milk of Quality; **sifted, skimmed and standardized** 1% grease; **pasteurized**, 80°C per 5 minutes; **gotten cool**, 43 °C; **inoculated** 3% I inoculate to 40°C; **incubated** 3 hours to 40°C; **gotten cool**, 25°C-30°C; **added**, 15% of camu camu, 0,3% of CMC and 10% of sugar; **beaten**; **packing**, PET bottles of 250mL; **refrigerated**, to 8°C to 10°C; **reposition**. L to formulation he went: Skimmed milk, camu camu 15% pulp; CMC 0,3%; sugar 10%, with an index of consistency of 27,099 N S/m² with performance of 121,65% by operation and 122,03% by process. The physiochemical composition average of the beaten yogurt functional bio went: Humidity 82,20; ash 0,69; greasy 1,12; fiber 0,083; protein 4,0 26; carbohydrates 8,903; ascorbic acid (mg) 231,5; pH 4,2; cop phenols 1,68; consistency 27,0997 index. The storage evaluating time went from 2 weeks (14 days) to a temperature of 8 to 10°.

Key words: Yogurt, functional bio, camu camu, cop phenols he Vitaminizes C.

Los autores©. Este artículo es publicado por la Revista Investigación y Amazonía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Este es un manuscrito de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que se cite adecuadamente la obra original.

Introducción

Existen diferentes formas de obtención de yogur, siendo uno de ellos el yogurt batido con pulpa de fruta, sin embargo la producción de este y sus propiedades biofuncionales son desconocidos para muchos productores de leche y productores de camu camu, la pérdida de un productor al no vender la leche o el camu camu en su debido momento, no es una opción de comercialización, lo cual dificulta la generación de un valor agregado a productos obtenibles de la leche, y del camu camu, por esta razón presentamos a la elaboración de un yogur batido biofuncional con pulpa de camu camu, demostrando su óptima calidad con las evaluaciones de sus contenidos de polifenoles, vitamina C y la determinación de las propiedades reológicas, ya que estamos seguros de una buena rentabilidad y que se presentará como una excelente alternativa para no desperdiciar materias primas, dándoles un mejor valor agregado, en tal sentido al realizar el presente trabajo se alcanzó los siguientes objetivos: caracterización de las materias primas a utilizarse en la elaboración de yogurt batido biofuncional con pulpa de camu camu y estabilizado con CMC; establecer el proceso productivo óptimo de yogurt batido biofuncional con pulpa de camu camu, y estabilizado con CMC, estableciendo sus estándares de calidad en base a las determinaciones de vitamina C, polifenoles, propiedades reológicas y análisis organoléptico (sabor y apariencia general); realizar la formulación óptima del yogurt batido biofuncional con pulpa de camu camu y estabilizado con CMC de acuerdo con la metodología del diseño y desarrollo de un nuevo producto; caracterización del producto final; evaluar la estabilidad del producto durante el almacenamiento evaluando los contenidos de vitamina C, contenido de polifenoles, la consistencia y las características organolépticas.

Materiales y métodos

Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los laboratorios de la FIIA de la UNAS, ubicado en la Ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado en la Región Huánuco.

Materiales

Materia Prima: Leche fresca, acopiada directamente de la granja Zootécnica que se encuentra dentro del campus Universitario; Camu camu: adquirido en el mercado de la localidad, procedente de la zona del Ucayali.

Insumos: Cultivo láctico; CMC; azúcar; Otros: empaques de polietileno, Envase de plástico, tapas de envases.

Materiales, equipos y reactivos

Equipos de laboratorio: Cocina eléctrica, marca surge, con 2 hornillas; Estufa tipo LP 201/AL, con temperatura hasta 200°C; Balanza eléctrica

(capacidad de 400 g); Potenciómetro, rango de pH 0-14, marca Schott, modelo cg-840.EE.UU; Mufla marca Esztergon, temperatura regulable de 0 a 1200°C, 220 voltios; Espectrofotómetro de absorción atómica, modelo video 12.U.S.A; Viscosímetro rotacional electrónico modelo DV III, ultra programable, marca Brookfield, de velocidades programables SToughton, USA; Brixómetro, escala de 0 a 80 %; Butirómetro con escala de 0 a 6 % en contenido de grasa; Centrífuga, FEDELLEL CENTRIFUHGANLY TYLOS, modelo NYTTOT, velocidad 1000 rpm. Made in Hungary; pH-metro, marca SCHOTT, modelo pH - meter CG 840, digital, 220 voltios; Lactodensímetro, temperatura de 15°C; Incubadora, modelo BE-200, rango de temperatura de 20°C a 70°C, marca MEMMER alemana; Equipo de titulación para medir acidez (bureta autoenrasable de 25 ml); Equipo extractor soxhlet; Cocina digestora semi-micro Kjeldahl.

Equipos de proceso: Balanza manual, marca OHAUS, EE. UU. rango de 0 a 2610 gramos; Refrigeradora, marca INRESA con rango de temperatura de 0°C a 10°C; Batidora manual, marca OSTER 3 velocidades, 220 voltios; Licuadora, marca OSTER de 3 velocidades, capacidad 1 litro, 220 voltios.

Materiales de laboratorio: Vasos de precipitación de 50, 100, 150, 500 y 1000 mL respectivamente; Matraces de 500 mL y 1000 mL; Lunas de reloj, placas petri, goteros, fiólas, buretas; Mortero y pilón; Crisoles de porcelana; Varillas de vidrio; Pipetas de 1mL y 10 mL; Campanas de desecación; Probetas, capacidad 10, 50, 500 y 1000 mL respectivamente; Termómetro de 0°C a 150°C; Tubos de espectrofotometría; Gradilla de metal; Balones micro Kjeldahl.

Materiales de proceso: Cuchillo de acero inoxidable; Baldes y recipientes de plástico.

Reactivos y soluciones: Ácido láctico concentrado; NaOH al 1N y 4N; Indicador de fenoltaleína al 1 %; Ácido clorhídrico concentrado de 35 % de pureza; Hexano de 98,5 % de pureza; Ácido sulfúrico de 95-98 % de pureza; Solución de ácido bórico; Catalizador para análisis de proteínas: óxido de mercurio y sulfato de potasio; Solución indicadora (2 partes de rojo de metilo al 0,2 % + 1 parte de azul de metilo al 0,2 %); HCl al 0,05 N; Alcohol metílico; Sulfito de sodio; Reactivo de Ross; Solución de glucosa; Agua destilada; Reactivos para análisis microbiológicos.

Métodos

Métodos de análisis para la caracterización de la leche fresca y leche desnatada

Acidez, método 202.009 (AOAC, 1993); Grasa, método de Gerber, método 15.030-15.031 (1); Sólidos totales, método 202.011 (1); pH, basado en el método del potenciómetro, método 11.032 (1); Densidad, método del lactodensímetro, método 925.22 (1); Proteína, método semimicro Kjeldahl,

usándose el factor 6,38 (2); Humedad, Método 934.06. (1); Ceniza, método 930.05, (3).

Métodos de análisis para la caracterización de la pulpa de camu camu antes y después de la congelación

Humedad, método 934.06. (1); Sólidos solubles ($^{\circ}$ Bx), método N° 932.12 (2); Proteína, método semimicro Kjeldahl, usándose el factor 6,25, (2); pH, basado en el método del potenciómetro método 11.032 (1); Acidez titulable, método 942.15. (1); Ceniza, método 930.05, (3); Grasa, mediante el método de Soxhlet, método 930.09, (4).

Método de análisis para la caracterización del yogur batido

Humedad, (1); Proteína, se determinó por el método semimicro Kjeldahl, usándose el factor 6,38 (AOAC, 1993); pH, basado en el método del potenciómetro, método 11.032 (1); Acidez titulable, método 15.004 (1); Ceniza, método 930.05, (3); Grasa, mediante el método de Soxhlet, método 930.09, (4); Viscosidad, mediante el método de Lewis (5); Cuantificación de polifenoles, Se realizó mediante el método de Azul de Prusia; Cuantificación de Vitamina C, La cantidad de vitamina C se determinó por el método 967.21 (1)

Métodos de análisis de los parámetros reológicos

Se utilizó el viscosímetro Brookfield DV III ultra programable.

Análisis microbiológico

Recuento de mohos y levaduras; se utilizó la técnica recomendada por ICMSF (6).

Métodos de análisis sensorial

Prueba sensorial afectiva con escala hedónica utilizando un panel de 13 jueces semientrenados.

Resultados y discusión

Caracterización de las materias primas

Caracterización Físicoquímica de la leche fresca entera y descremada

Se observa que tanto el contenido de sólidos totales como de grasa en la leche están dentro de los rangos citados por (7)

Cuadro 1. Composición físicoquímica de la leche fresca y desgrasada (%)

Componentes	Promedio
Leche entera:	
Humedad	87,93 \pm 0,02
Sólidos totales	12,06 \pm 0,01
Grasa	3,61 \pm 0,00
Proteína	3,26 \pm 0,00
Densidad	1,03 \pm 0,00
pH	6,73 \pm 0,01
Acidez	17,29 \pm 0,00
Ceniza	0,63 \pm 0,03

Componentes	Promedio
Leche descremada:	
Humedad (%)	88,10 \pm 0,05
Sólidos totales (%)	11,80 \pm 0,03
Grasa (%)	1,05 \pm 0,03
Proteína (%)	4,08 \pm 0,02
Densidad (%)	1,04 \pm 0,03
pH	6,65 \pm 0,02
Acidez	17,30 \pm 0,07
Ceniza (%)	0,60 \pm 0,04

Morales (7) afirma que la grasa juega un papel importante en el valor alimenticio y económico de los productos lácteos.

El contenido de proteína se encuentra dentro del rango establecido por Spreer (8), quien reporta valores de 3,2 a 3,5 por ciento. Los valores de pH y acidez fueron de 6,73 y 17,29 respectivamente, dichos resultados se encuentran dentro del rango reportado por Barnan (9) quien determino entre 6,5 a 6,7 para el pH y Berdayes (10), quien manifiesta que la leche debe tener de 15 a 20 $^{\circ}$ D de acidez cuando su calidad bacteriológica es casi nula.

La densidad de la leche fue de 1,03 gramos por centímetro cúbico, el cual concuerda con Badui (11) que menciona que la densidad de la leche fresca fluctúa entre 1028 a 1036 kilogramos por metro cúbico.

Se determinó 0,63 por ciento de ceniza, valor que se encuentra dentro de los límites establecidos por Spreer (8) quien reporta 0,8 por ciento.

Caracterización físicoquímica de la pulpa de camu camu

Cuadro 2. Composición físicoquímica de la pulpa de camu camu (gramos/100 gramos de pulpa)

Componentes	Promedio
Pulpa fresca:	
Humedad	92,00 \pm 0,25
Proteínas	0,58 \pm 0,01
Grasa	0,30 \pm 0,001
Carbohidratos	5,26 \pm 0,063
Fibra	0,53 \pm 0,003
Ceniza	0,24 \pm 0,001
Ácido ascórbico total	2290,00 \pm 100 mg/100g
Pulpa congelada:	
Humedad	92,16 \pm 0,083
Proteínas	0,58 \pm 0,000
Grasa	0,30 \pm 0,001
Carbohidratos	5,03 \pm 0,020
Fibra	0,58 \pm 0,000
Ceniza	0,20 \pm 0,001
Ácido ascórbico total	2300,00 \pm 100

Tanto para la pulpa fresca como para la pulpa congelada que apreciamos en el Cuadro 2 vemos que la humedad varía de 92 gramos por 100 gramos de pulpa a 92,16 gramos por 100 gramos de pulpa, que comparando con los datos bibliográficos que aporta Sandoval (12) donde nos muestra un rango de 91,95 a 94,40 g/100g de pulpa, podemos afirmar que los frutos de camu camu utilizados para el yogurt batido biofuncional, estaban en un buen estado de madurez en función a la humedad.

Los promedios de proteínas son de 0,58 g/100 g de pulpa tanto para la pulpa fresca como de la pulpa congelada, concordando dentro de los límites que reportan Vásquez (13) y, Riva y Gonzáles (14) que dan valores de 0,50 y 0,59 g/100g de pulpa respectivamente, por lo tanto, los frutos utilizados se encuentran dentro del rango de proteína.

Pruebas experimentales para la elaboración del yogurt batido biofuncional

Estudio del porcentaje de pulpa de camu camu en el yogur biofuncional

Evaluación en función al contenido de ácido Ascórbico

Cuadro 3. Contenido de vitamina C para el yogurt batido con 3 niveles de pulpa mg/100g.

% de Pulpa	Repeticiones		
	1	2	3
10	180	185	180
15	220	230	235
25	190	200	195

Hay diferencia estadísticamente significativa entre los promedios de Vitamina C de un nivel de % de Pulpa a otro, para un nivel de confianza del 95,0%.

En el Cuadro 4 se observa que el mejor tratamiento es A₂ que corresponde a 15% de pulpa.

Cuadro 4. Prueba de Contraste de Rangos Múltiples para Vitamina C según % de Pulpa.

% de Pulpa	Frecuencia	Media
A ₁	3	181,667 ^a
A ₃	3	195,0 ^b
A₂	3	228,333^c

* indica una diferencia significativa.

Evaluación en función de los polifenoles totales

Cuadro 5. Contenido de polifenoles totales para el yogurt batido con 3 niveles de pulpa.

% de Pulpa	Repeticiones (mg ácido Gálico/g)		
	1	2	3
10	0,70	0,72	0,71
15	1,00	1,10	1,95
25	1,50	1,46	1,48

En el Cuadro 6 se observa que el mejor tratamiento lo constituye el tratamiento de 25% de pulpa por la mayor cantidad.

Cuadro 6. Contraste Múltiple de Rango para polifenoles totales según % de Pulpa

% de Pulpa	Frec.	Media
A ₁	3	0,71 ^a
A ₂	3	1,01667 ^b
A₃	3	1,48^c

* indica una diferencia significativa.

Evaluación en función del índice de consistencia

Cuadro 7. Índice de consistencia para el yogurt batido en función al % de pulpa.

% de Pulpa	Repeticiones (N.s/m ²)		
	1	2	3
10	37,8640	37,8700	38,0150
15	28,3680	28,4000	28,4500
25	18,9300	19,1000	18,9640

El Cuadro 8 se tiene que el mejor tratamiento lo constituye el tratamiento que corresponde a 15 % de pulpa.

Cuadro 8. Prueba de contraste de rangos múltiples para índice de consistencia según % de Pulpa

% de Pulpa	Frec.	Promedio
A ₁	3	19,0147 ^a
A₂	3	28,406^b
A ₃	3	37,9163 ^c

* indica una diferencia significativa.

Evaluación del sabor y la apariencia general del yogurt batido

Cuadro 9. Prueba de diferencia de Tukey para el sabor según % de Pulpa

% de Pulpa	Frec.	Promedio
A ₁	39	4,48718 ^a
A ₃	39	4,51282 ^a
A₂	39	6,38462^b

* indica una diferencia significativa.

Cuadro 10. Prueba de diferencia de Tukey para la apariencia general según % de Pulpa del yogurt batido biofuncional.

% de Pulpa	Frec.	Promedio
A ₁	39	4,53846 ^a
A ₃	39	4,84615 ^a
A₂	39	5,94872^b

* indica una diferencia significativa.

En base a la calificación de 12 panelistas en una escala hedónica de 7 puntos se calificó primero el sabor y luego la apariencia general del yogurt batido obteniéndose para ambos casos que el mejor tratamiento lo constituye el que corresponde a 15% de pulpa, tal como consta en los Cuadros 9 y 10.

Estudio del porcentaje de CMC en el yogur biofuncional

Evaluación en función al contenido de ácido ascórbico

Cuadro 11. Contenido de vitamina C para el yogurt batido con 3 niveles de estabilizante.

% de CMC	Repeticiones		
	1	2	3
0,1	218	223	225
0,3	220	225	215
0,4	219	205	221

En el ANVA no hay diferencia estadística por lo tanto cualquier % de CMC es óptimo.

Evaluación en función de los polifenoles totales

En el Cuadro 12 se tiene los valores de polifenoles totales, para determinar si existe diferencia significativa entre los niveles de CMC.

Cuadro 12. Contenido de polifenoles totales para el yogurt batido con 3 niveles de estabilizante

% de CMC	Repeticiones (mg ácido Gálico/g)		
	1	2	3
0,1	1,70	1,76	1,80
0,3	1,65	1,70	1,75
0,5	1,80	1,76	1,82

Igual que en el caso anterior el ANVA sale no significativo por lo tanto no existe diferencia en los tratamientos es decir son iguales.

Evaluación en función del índice de consistencia

Cuadro 13. Índice de consistencia de para el yogurt batido en función al % de estabilizante

% de CMC	Repeticiones (N.s/m ²)		
	1	2	3
0,1	28,8640	28,8700	28,0150
0,3	38,7680	38,8400	38,7500
0,5	48,9300	49,1000	48,9640

En el cuadro 14 se tiene la prueba de diferencia observándose que el mejor tratamiento para la consistencia lo constituye el que corresponde a 0,5% de CMC.

Cuadro 14. Prueba de diferencia de Tukey para índice de consistencia según % de estabilizante en el yogurt batido biofuncional

% de Pulpa	Frec.	Promedio
B ₁	3	28,583 ^a
B ₂	3	38,786 ^b
B ₃	3	48,998 ^c

* indica una diferencia significativa.

Evaluación del sabor y de la apariencia general del yogurt batido biofuncional

Cuadro 15. Prueba de diferencia de Tukey para el sabor según % de estabilizante en el yogurt batido biofuncional con 15% de pulpa de camu camu

% de CMC	Frecuencia	Promedio
B ₃	39	4,46154 ^a

% de CMC	Frecuencia	Promedio
B ₁	39	5,97436 ^b
B ₂	39	6,35897 ^c

Cuadro 16. Prueba de diferencia de Tukey para la apariencia general según % de estabilizante en el yogurt batido biofuncional con 15 % de pulpa de camu camu

% de CMC	Frec.	Promedio
B ₃	39	4,84615 ^a
B ₂	39	5,94872 ^b
B ₁	39	5,94872 ^b

Después de haber evaluado el sabor y la apariencia general por 13 panelistas semientrenados en una escala hedónica de 7 puntos y habiendo realizado en ANVA respectivo para cada caso se estableció que el mejor tratamiento en ambos casos lo constituye el tratamiento B2 que corresponde a 0,3% de CMC.

Pruebas definitivas

Procesamiento definitivo y diagrama de flujo óptimo

Las operaciones realizadas fueron las que mostramos en la Figura 1.

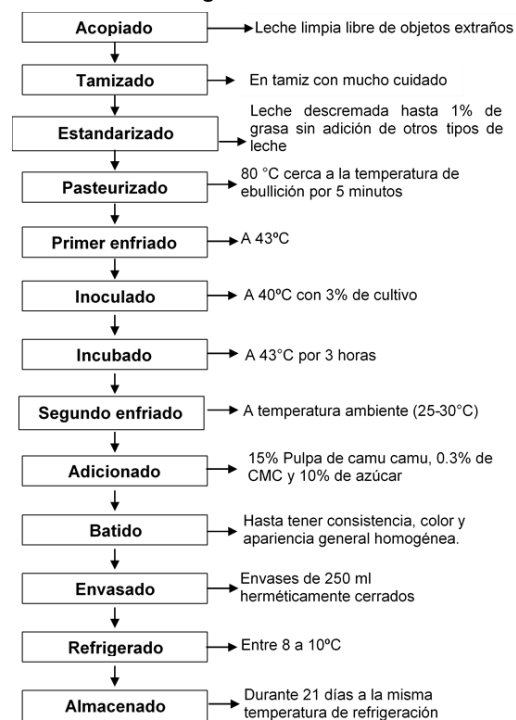


Figura 1. Diagrama de flujo definitivo para la elaboración de yogurt batido biofuncional con pulpa de camu camu y estabilizado con CMC

Balance de materia y rendimiento

En el Cuadro 17 se presenta el balance de materia de la elaboración de yogurt batido biofuncional con pulpa de camu camu y estabilizado con CMC.

Cuadro 17. Balance de materia del yogurt batido biofuncional con pulpa de camu camu y CMC

Operación	Entra (g)	Salida (g)	Continua (g)	Rendimiento por operación (%)	Rendimiento por proceso (%)
Acopio	5000,00	---	5000,00	100,00	100,00
Filtrado	5000,00	---	5000,00	100,00	100,00
Descremado y estandarizado	5000,00	130,50	4869,50	97,39	97,39
Pasteurizado	4869,50	---	4869,50	100,00	97,39
Enfriado	4869,50	---	4869,50	100,00	97,39
Inoculado	4869,50	---	5015,59	103,00	100,31
Incubado	5015,59	---	5015,59	100,00	100,31
Enfriado	5015,59	---	5015,59	100,00	100,31
Adicionado (15% pulpa de camu camu+0.3% CMC y 10% azúcar)	5015,59	---	6101,48	121,65	122,03
Batido	6101,48	---	6101,48	100,00	122,03
Envasado	6101,48	---	6101,48	100,00	122,03
Refrigerado	6101,48	---	6101,48	100,00	122,03
Almacenado	6101,48	---	6101,48	100,00	122,03

En el adicionado se agrega de 15% de pulpa, 0,3% de CMC y 10% de azúcar se tuvo aumento muy considerable desde 5015,59 gramos hasta 6101,48 gramos que representa un rendimiento de 121,65% por operación y 122,03% por proceso que constituye el rendimiento final.

Composición fisicoquímica del producto terminado

El pH del yogurt batido biofuncional con pulpa de camu camu y estabilizado con CMC fue 4,2; el cual se encuentra dentro del rango establecido por Early

(15) quien da valores entre 4,2 y 4,4. El contenido de ácido ascórbico fue de 231.5 que es próximo al que reporta Vega (16) quien da valores de 233.36 esto se debe al 15% de pulpa de camu camu que tiene el yogurt. El contenido proteico fue de 4. 026, el que se encuentra dentro del rango establecido por Porter (17) quien da valores de 3 a 5 %, este valor podría ser más alto, esto se debe a que la pulpa de camu camu aporta mínimas cantidades de proteínas, a diferencia de las otras frutas que se utilizan para la elaboración de un yogurt frutado Madrid (18).

Cuadro 18. Caracterización fisicoquímica del producto final

Componentes	Repeticiones y Promedio			
	1	2	3	X
Humedad (%)	82,18	82,22	82,20	82,20 ± 0,02
Ceniza (%)	0,68	0,70	0,69	0,69 ± 0,01
Grasa (%)	1,12	1,10	1,14	1,12 ± 0,02
Fibra (%)	0,08	0,10	0,07	0,083 ± 0,015
Proteína (%)	4,02	4,08	3,98	4,026 ± 0,05
Carbohidratos (%)	8,90	9,01	8,80	8,903 ± 0,1050
Ac. Ascórbico (mg)	233,30	230,20	231,00	231,5 ± 1,61
pH	4,2	4,3	4,1	4,2 ± 0,1
Polifenoles	1,66	1,70	1,68	1,68 ± 0,02
Índice de Consistencia	27,1460	27,0030	27,1500	27,0997±0,083

Estudio del almacenamiento

Evaluación del contenido de ácido ascórbico

Los resultados muestran los ajustes al modelo S-curva para describir la relación entre Vitamina C y Semanas. La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Vitamina C} = \exp(5.01745 + 0.223985/\text{Semanas})$$

A mayor tiempo menor vitamina C, esto debido a que esta vitamina se pierde con el calor, la luz y

otros factores medioambientales tal como lo indica Badui (200).

Evaluación del contenido de polifenoles totales

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Polifenoles} = \exp(-5.15552 + 5.78082/\text{Semanas})$$

Disminuye el contenido de polifenoles totales con el tiempo.

Evaluación de la consistencia

La ecuación del modelo ajustado es:

Consistencia = exp (3.15261 + 0.0923271*Semanas)

En la segunda semana tiende a disminuir, pero luego aumenta en las dos siguientes semanas.

Evaluación organoléptica

En la evaluación del sabor, color, olor y apariencia general para cada semana cambia la calificación con diferencia estadística con calificaciones permitidas hasta los 14 días.

Análisis microbiológico

Cuadro 19. Resultado del Análisis microbiológico del producto final durante el almacenamiento

Índice Microbiológico	0 semanas	4 Semanas
Numeración de mohos y levaduras	< 10	10 ufc

Conclusiones

- La composición de la leche desnatada: humedad 88,10±0,05; sólidos totales 11,80±0,03; grasa 1,05±0,03; proteína 4,08±0,02; densidad 1,04±0,03; pH 6,65±0,02; acidez 17,30±0,07; ceniza 0,60±0,04 y la composición fisicoquímica del camu camu en g/100g de muestra: humedad 92,16±0,083; proteínas 0,58±0,000; grasa 0,30±0,001; carbohidratos 5,03±0,02; fibra 0,58±0,000; ceniza 0,20±0,001; ácido ascórbico total 2300,00±100.
- El proceso de elaboración de yogurt batido biofuncional consta de: ACOPIADO, leche limpia y libre de objetos extraños; TAMIZADO, sin objetos extraños que pueden haber caído en la leche durante el ordeño; DESCREMADO Y ESTANDARIZADO, para eliminar los niveles de grasa hasta alcanzar 1% de grasa; PASTEURIZADO, a 80°C por 5 minutos; ENFRIADO, hasta temperatura de 43 °C; INOCULADO a 40°C con 3% de cultivo; INCUBADO, en incubadora por 3 horas a 40°C; ENFRIADO, hasta temperatura ambiente; ADICIONADO, 15% de pulpa, 0.3% de CMC y 10% de azúcar; BATIDO; ENVASADO, envases de plástico de 250 mL; REFRIGERADO, a 8°C a 10°C; ALMACENADO.
- La formulación óptima de yogurt batido: leche descremada, pulpa de camu camu 15 %; CMC 0.3%; azúcar 10%, con un índice de consistencia de 27,099 N.S/m², obteniéndose un rendimiento de 121,65% por operación y 122,03% por proceso que constituye el rendimiento final.
- La composición fisicoquímica promedio del yogurt batido biofuncional: humedad 82,20±0,02; ceniza 0,69±0,01; grasa 1,12±0,02; fibra

0,083±0,015; proteína 4,026±0,05; Carbohidratos 8,903±0,1050; Ac. ascórbico (mg) 231,5±1,61; pH 4,2±0,1; polifenoles 1,68±0,02; índice de consistencia 27,0997±0.083 N/m²

- Tiempo de almacenamiento fue de 2 semanas (14 días) a 8 a 10°C.

Referencias bibliográficas

1. AOAC. Official Methods of Analysis. 15 ed. Vol I. 1993.
2. AOAC. Official Methods of Analysis. 15 ed. Vol I. 1990.
3. AOAC. Official methods of analysis of international. 16 ed. Vol. II. 1995.
4. AOAC. Official methods of analysis of international. 16 ed. Vol. I. 1997.
5. Lewis M. Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Procesado. Zaragoza: Editorial Acribia S.A.; 1993.
6. ICMSF. Recuento de Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo el medio. 1983; 1 (2): 166-167.
7. Morales S. Factores que afectan la composición de la leche. Chile: Revista de Extensión Tecnovet; 2002.
8. Spreer E, Varnam A, Sutherland J. Productos lácteos fermentados. Yogurt y lactología industrial. Zaragoza: Ed. Acribia; 2005.
9. Barnam A. Leche y productos lácteos. Zaragoza: Ed. Acribia. 1995. p 56-57.
10. Berdayes B, Emiliano L. El laboratorio profeco reporta, el yogurt, un alimento esencial. Revista del Consumidor No. 304. 1980.
11. Badui S. Diccionario de Tecnología de los Alimentos. México: Editorial Alambra mexicana; 1996.
12. Sandoval M. Evaluación de Vitamina C en Camu-camu por H.P.L.C. New York: Albany University; 2002.
13. Vásquez M. El camu camu. Iquitos: Ed. Gráfica e Imprenta Universal; 2000. p 87-90.
14. Riva R, Gonzales I. Tecnología del cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) en la Amazonía Peruana. Pucallpa: Ed. INIA-CTAR; 1996.
15. Early R. Tecnología de los Productos lácteos. Zaragoza: Editorial Acribia S.A.; 2000.
16. Vega R. 20001. Tecnologías de valor agregado de camu camu en Ucayali - Expediente técnico. Pucallpa: Ed. Codesu. 2003.
17. Potter N. La Ciencia de los alimentos. Buenos Aires: Edit. Edutex; 1973.
18. Madrid V. Curso de industrias lácteas. Edición AMV. 1996.