

Identificación de factores que afectan la estabilidad de una bebida alcohólica tipo piña colada durante el almacenamiento*

Mauricio Restrepo Gallego¹

Línea de investigación: Tecnología de las Bebidas. Grupo de Investigación GRIAL.

Identification of the factors that affect the stability of an alcoholic beverage of the Piña Colada's type during storage

Resumen

Introducción. La apariencia de un producto alimenticio es fundamental para el momento en que el consumidor decide adquirirlo, en aquellos que son tipo emulsión debe cuidarse que no se presente separación de fases. La preparación de este tipo de productos involucra variables críticas como diseño del tanque y del agitador, velocidad de agitación, interacción entre ingredientes entre otros. Por solicitud de una empresa del sector de bebidas alcohólicas se pretende identificar los factores que pueden generar un problema de separación de fases durante el almacenamiento. **Objetivo.** Identificar las variables y factores relacionados con la estabilidad de la piña colada y el fenómeno de separación de fases durante el almacenamiento. **Materiales y métodos.** Se emplearon equipos a nivel de laboratorio para replicar las condiciones de producción de la planta, se manipularon variables como nivel de llenado del tanque, velocidad de agitación, interacción de ingredientes y condiciones de almacenamiento (temperatura ambiente en interior, intertemperie, bajas temperaturas y altas temperaturas). **Resultados.** Se analizó el grado de deterioro del producto, encontrando que las condiciones de almacenamiento son críticas y lo más recomendable es hacerlo a temperatura ambiente en interiores y durante la producción se recomienda emplear el tanque a su máxima capacidad, con una velocidad de agitación de 1730 rpm, dosificando los ingredientes directamente sin bombeo ni recirculación.

Conclusión. Las condiciones de almacenamiento y la combinación entre velocidad de agitación y nivel de llenado del tanque son factores determinantes de la estabilidad del producto.

Palabras clave: Bebida alcohólica. Licor de crema. Estabilidad. Separación de fases. Emulsión.

Abstract

Introduction. The way of an alimentary product is presented is fundamental for the moment in which a customer makes a purchase choice. For the products of the emulsion kind, the separation of phases must be prevented. Preparing this kind of product involves critic variables such as tank and agitator design, agitation speed and interaction between ingredients, among others. By request of a liquor company, we aim to identify the factors that could create a problem of phase separation during storage. **Objective.** To identify the variables and factors related to the stability of "Piña Colada" and the phenomenon of phase separation during storage. **Materials and methods.** Laboratory equipment was used to simulate the production conditions of the usually used facility, variables such as tank filling, shaking speed, interaction between ingredients and storage conditions (temperature indoors, outdoors low and high temperatures) were manipulated. **Results.** The deterioration rate of the product was determined, finding that the storing conditions are

* Investigación financiada con apoyo del Fondo de Fomento a la Investigación de la Corporación Universitaria Lasallista

¹ Ingeniero de Alimentos, Especialista en Pedagogía y Psicología de la Universidad de San Buenaventura, Candidato a Magister en Nutrición y Alimentos (Universidad de Chile), Director del Grupo GRIAL de la Corporación Universitaria Lasallista

Correspondencia: Mauricio Restrepo Gallego. e-mail: marestrepo@lasallista.edu.co

Fecha de recibo: 12/12/2006; fecha de aprobación: 19/01/2007

critical and it is recommended that the tank must be used at its maximum capacity, with an agitation speed of 1730 rpm, dosifying the ingredients directly, with either pumping up or recirculation. **Conclusion.** Storing conditions and the combination of agita-

tion speed and filling level of the tank, are fundamental conditions for the product's stability.

Key words: Liquor. Cream liquor. Stability, Phase's separation. Emulsion.

Introducción

El impacto visual que genera un producto en el potencial consumidor es un factor fundamental en la decisión de compra. Es claro que nadie adquiere una bebida cuya apariencia indique algo ha sucedido o está sucediendo en el interior del envase o empaque que lo contiene. En el caso de los productos líquidos del tipo emulsiones, es de alta importancia cuidar que éstas no se separen en fases como consecuencia de alguna clase de inestabilidad en su estructura interna ¹.

La separación de fases, es un fenómeno ocasionado por diferentes factores e interacciones -como las que pueden presentarse entre los ingredientes-, o las generadas por combinaciones de variables durante el proceso de preparación -tales como velocidad de agitación, aireación del producto, diseño del agitador entre otros- ². Adicionalmente, un aspecto crítico de la conservación de un producto alimenticio, hace referencia a las condiciones de almacenamiento, como la temperatura, humedad e iluminación ³.

Este artículo presenta los resultados del proyecto de investigación: "Identificación de factores que afectan la estabilidad de una bebida alcohólica tipo piña colada durante el almacenamiento", el cual fue realizado por solicitud de una empresa del sector privado para dar solución a una problemática puntual que estaban enfrentando con su producto en el mercado.

Materiales y métodos

Se realizaron diferentes etapas dentro del proceso, tal como se describe a continuación:

Etapas 1. Pruebas de estabilidad a producto terminado. Dadas las condiciones de preparación del producto, en las que luego de la mezcla de todos los ingredientes, se daba un reposo mínimo de doce horas, se presumía inicialmente

una formación de fases dentro del tanque antes del embotellado, lo que podría estar ocasionando la separación del producto durante el almacenamiento. Por tal razón, se diseñó una primera prueba para determinar la existencia de las fases y evaluar el comportamiento del producto en condiciones extremas.

Se tomaron 24 muestras (botellas) de un lote de producción normal de 2000 L de producto, considerando que ocho de ellas pertenecen a producto del fondo del tanque, ocho a la parte media y ocho a la parte superior del mismo. Luego las muestras fueron ubicadas en diferentes ambientes y se hizo el proceso de seguimiento. La figura 1 esquematiza el supuesto de formación de fases, y la tabla 1 relaciona las condiciones generales del experimento.

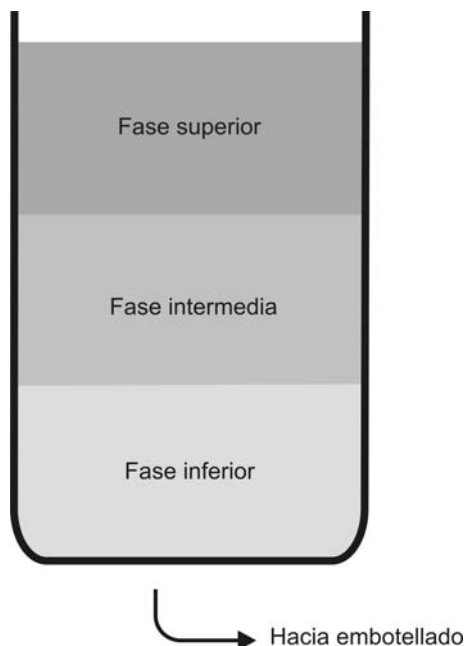


Figura 1. Formación de fases hipotéticas del producto dentro del tanque durante el reposo

Tabla 1. Condiciones generales de las pruebas de estabilidad a producto terminado

Factor	Niveles			
	Ambiente interior	Ambiente exterior (Intemperie)	Baja temperatura (4°C)	Alta temperatura (40°C)
Condiciones de almacenamiento				
Fase dentro del tanque	Inferior	Media	Superior	

La prueba de estabilidad se llevó a cabo durante doce semanas; para las muestras a baja temperatura se empleó una nevera marca Haceb línea hogar N9D; las muestras a alta temperatura se guardaron en una estufa incubadora Memmert BE200. Como contraste para validar la existencia o no de fases durante el reposo en el tanque, se hizo una prueba de grados brix a diferentes muestras.

Etap 2. Prueba de efecto de la carragenina.

Luego de analizados los resultados de las primeras pruebas de estabilidad se decidió evaluar la posible interacción de la carragenina (aditivo empleado como estabilizante) con otros ingredientes como causa de la separación de fases; para ello se realizaron ensayos a nivel de laboratorio empleando la formulación proporcionada por la empresa y manipulando la presencia o ausencia de carragenina, como factor diferenciador. Se trabajó empleando un homogenizador dispersor duplex de la empresa Indemec S.A. modelo ACRT-075, empleando una velocidad de agitación de 1730 rpm preparando un total de 8 L en cada ensayo. Se aprovechó para evaluar la efectividad de un tipo de rotor Rotamix propuesto por el fabricante del equipo frente al rotor tradicional tipo cowlles que es el que se emplea en la planta de la empresa interesada. En la tabla 2 se describen los factores y niveles del experimento. Las muestras se sometieron a las mismas condiciones de almacenamiento establecidas previamente.

Etap 3. Pruebas de estabilidad a prototipos de laboratorio. Otra hipótesis que deseaba probarse era si la velocidad de agitación y el volumen empleado del tanque podían influir en el fenómeno de estudio. Con el primer factor es probable que niveles muy altos o bajos de rotación del mezclador no logren una buena emulsión; en cuanto al volumen del tanque, si es muy bajo es posible que el vórtice formado genere demasiada

Tabla 2. Condiciones generales de las pruebas de efecto de la carragenina

Factores	Niveles	
Carragenina	Presente	Ausente
Agitador	Cowlles	Rotamix

aireación del producto, fenómeno que posteriormente se evidencia en la separación de las fases. Se decidió entonces, replicar completamente las condiciones de planta elaborando producto a nivel laboratorio, empleando el mismo equipo dispersor duplex y manipulando los factores de velocidad de agitación y volumen empleado del tanque. La tabla 3 relaciona las condiciones de este experimento.

Tabla 3. Condiciones generales de la preparación de los prototipos de laboratorio

Factores	Niveles		
Velocidad de agitación	1730 rpm	2250 rpm	2500 rpm
Volumen empleado del tanque	100%	50%	

Estas muestras de laboratorio fueron sometidas igualmente a doce semanas de almacenamiento en las mismas condiciones extremas relacionadas en la tabla 1 y empleando los mismos equipos.

Resultados

Pruebas de estabilidad a producto terminado. Transcurridas las doce semanas en las condiciones descritas, se determinó el grado de de-

terioro que presentaban las muestras de acuerdo con el nivel del tanque de donde procedían y las condiciones de almacenamiento que tuvieron. Para todos los análisis de la investigación se determinó la escala de deterioro del producto en comparación con algunos productos terminados proporcionados por la empresa. (Foto 1)



Foto 1. Escala de deterioro del producto

Considerando que se trabajó con una réplica para cada muestra, se hizo análisis de varianza a los datos, con una confiabilidad del 95% empleando el software SPSS versión 11.05 y se encontró que:

- No hay diferencias significativas entre los grados de deterioro de las muestras tomadas en diferentes niveles del tanque.
- No hay interacción entre las fases del tanque y las condiciones de almacenamiento del producto. Y:
- Las condiciones de almacenamiento del producto son un factor crítico para la generación del fenómeno de separación de fases.

Esta prueba, se respaldó con un análisis de grados brix a las muestras (se empleó un refractómetro manual de 0 a 32 °Brix), se pretendía demostrar que de existir fases diferenciadas dentro del tanque, los grados brix de las mismas deberían ser diferentes. El análisis de varianza de los datos obtenidos en el laboratorio indicó que no hay diferencias significativas entre los grados brix en las fases teóricas, por lo tanto con la información disponible, es factible afirmar que no hay diferenciación de fases durante el reposo del producto entre la mezcla y el embotellado.

Prueba de efecto de la carragenina. Al momento de elaborar la bebida alcohólica, emplean-

do la formulación con carragenina y la formulación sin carragenina, y haciendo uso del sistema de agitación tipo Rotamix, se observó que este sistema de agitación no es pertinente para este proceso, ya que posee una forma característica de agitación muy localizada (es decir, agita la solución en proceso a muy pocos centímetros de radio de acción con respecto al sistema de agitación), lo que se tradujo en grandes problemas para la emulsificación del producto y generó largos tiempos de proceso.

Se determinó entonces continuar únicamente empleando el agitador cowlles y trabajando una formulación con carragenina y otra sin ella. Luego de pasado el tiempo de almacenamiento, se observó que ninguna de las muestras presentó diferencias en deterioro en comparación con los patrones establecidos (Figura 3), y por lo tanto se concluye que no hay efecto de la carragenina en el fenómeno de separación de fases; adicionalmente se observó que el sistema cowlles a 1730 rpm parecía ser óptimo para el proceso.

Pruebas de estabilidad a prototipos de laboratorio. Finalmente, se evaluaron los prototipos con sus respectivos grados de deterioro, los cuales se consignan en la tabla 4.

Se realizó análisis de varianza a los datos de deterioro, con una confiabilidad del 95% ($\alpha=0,05$) y realizando la prueba de rangos múltiples de Duncan para diferencia de medias se encontró que:

- No hay interacción de los tres factores combinados (valor de $p=0,9109$) mientras que de las interacciones dobles sólo es significativa la existente entre volumen y velocidad (valor de $p=0,0058$); finalmente, se encuentra que hay efectos significativos de la velocidad y las condiciones de almacenamiento, sin embargo, como la velocidad se considera dentro de la interacción doble, no se hace su análisis independiente y el efecto de las condiciones de almacenamiento era conocido de las pruebas anteriores.
- No hay diferencias significativas entre las medias de tratamiento del almacenamiento en estufa y en ambiente exterior, mientras que si las hay con el almacenamiento en ambiente interior y en refrigeración. La mejor condición

Tabla 4. Grado de deterioro de las pruebas finales a prototipos de laboratorio

		Rpm			
		1730	2250	2500	
Ocupación del tanque	50%	1,5	1,5	1,5	Amb Ext
		2,0	1,5	1,5	
		1,0	1,0	0,5	Amb Int
		0,5	0,5	0,5	
		1,5	2,5	3,0	Estufa
		2,0	3,0	2,5	
		0,0	0,0	0,0	Refrig
	0,0	0,0	0,0		
	100%	2,0	2,0	5,0	Amb Ext
		1,5	2,0	2,0	
		0,5	0,5	3,0	Amb Int
		0,2	1,0	1,0	
		1,5	2,5	5,0	Estufa
		1,0	2,0	3,0	
0,0		0,0	1,0	Refrig	
0,0	0,0	0,0			

Condiciones ambientales

de almacenamiento es la de refrigeración, pero como no todos los distribuidores cuentan con esta posibilidad y además resulta costosa, puede considerarse que el almacenamiento a temperatura ambiente en interiores no tiene un efecto considerable sobre el deterioro del producto ($\bar{x}=0,8500$).

- No hay diferencias significativas entre las medias de tratamiento de las velocidades de agitación a 1730 rpm y 2250 rpm, mientras que si las hay con respecto a 2500 rpm. La mejores velocidades de agitación son entonces 1730 rpm y 2250 rpm, sin embargo, considerando que se requiere menos potencia del motor para 1730 rpm y que el grado de deterioro es menor ($\bar{x}=0,9500$), puede considerarse que es la mejor velocidad de agitación.
- No hay diferencias significativas entre las medias de tratamiento cuando se considera la variable volumen del tanque, es decir, tanto cuando se emplea el tanque a toda su capacidad o a la mitad de ésta, el deterioro del producto es similar, como ya se ha visto que hay interacción entre la velocidad y el volumen del tanque, la selección final de la mejor condición de operación depende del análisis que se haga.

- Por último, analizando los resultados de medias para la interacción entre volumen y velocidad, se encuentra que la mejor combinación es ocupando totalmente el tanque (Volumen=100%) y operando el agitador a 1730 rpm.

Discusión

En el proceso de elaboración de una bebida alcohólica tipo piña colada, es importante considerar múltiples factores que pueden afectar su comportamiento reológico ⁴. La separación de fases durante el almacenamiento puede deberse a numerosas causas de orden químico y físico. Todo el proceso debe estar cuidadosamente estandarizado verificando que las variables de control estén constantemente monitoreadas. En el caso particular de este estudio y con el fin de minimizar el impacto económico para la empresa interesada, se recomiendan las siguientes intervenciones para reducir el problema:

- Trabajar con el tanque a su máxima capacidad para evitar formación de un cono muy abierto y la excesiva aireación del producto.
- Mantener la velocidad actual del rotor (1730 rpm), incorporando de ser posible un sistema de regulación para incrementar gradualmente

la velocidad desde 0 rpm venciendo poco a poco la inercia del fluido, evitando así los arranques fuertes del motor.

- Dosificar los ingredientes directamente al tanque de mezcla evitando la recirculación con bomba para disminuir la aireación del producto.
- Embotellar inmediatamente se termine el proceso de mezcla para garantizar uniformidad en el producto.
- Recomendar a los distribuidores el almacenamiento en ambientes interiores, libres de la incidencia directa de la luz solar y en áreas de temperaturas inferiores a 25°C.

Por último, es recomendable considerar mejoras más avanzadas como el rediseño completo del tanque de mezcla acorde con las propiedades reológicas del fluido ⁵ y las especificaciones de diseño propias del producto, además de evaluar la posibilidad de emplear tecnologías avanzadas como el empleo de pulsos eléctricos ⁶ para la estabilización total de la bebida.

Conclusión

Las condiciones de almacenamiento y la combinación entre velocidad de agitación y nivel de llenado del tanque son factores determinantes de la estabilidad del producto.

Agradecimientos

Es importante reconocer la participación de Franco Alexis Moncayo Castillo, Ingeniero de Alimentos y los jóvenes Paula Andrea Congote Ramírez, Roselyn Arroyave Bejarano, Carolina Romero Arias, Steffanie Casanova Salazar, Carlos Mario Estepa Estepa y Carlos Alberto Restrepo Morales, todos estudiantes de Ingeniería de Alimentos e integrantes del Semillero de Investigación en Innovación y Desarrollo Alimentario – INNOVA.

Referencias

1. MALKIN, Alexander Ya. Rheology. Fundamentals. Moscú : Chem Tec Publishing, 1994. p.1-8.
2. MULLER, H.G. Introducción a la reología de los alimentos. Zaragoza : Acribia, 1978. p.14.
3. VARNAM, Alan H. y SUTHERLAND, Jane P. Bebidas: Tecnología, química y microbiología. Zaragoza: Acribia, 1997. p.449-451.
4. MANN, Ernest. Cream and related products. In: Dairy World (apr. 2004); p.37-38.
5. BRENNAN, J.G. y otros. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Zaragoza : Acribia, 1998. p.90-93
6. CALDERÓN PÉREZ, Juan Selmen et al. Influencia del voltaje sobre las características reológicas del sabajón. Bogotá, 2003. Tesis (Especialización en Ingeniería de Procesos en Alimentos y Biomateriales). Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería.