



## Efecto de las diferentes proporciones de pulpa de frutas cítricas en la aceptabilidad sensorial de una bebida fermentada y proteica elaborada a partir de lactosuero residual

*Effect of different proportions of citrus fruit pulp in the sensory acceptability of a fermented drink and protein made from whey residual*

**Guillermo Linares Luján<sup>a,\*</sup>, Leonardo Díaz-Sánchez<sup>b</sup>, Ronald Haro Sánchez<sup>b</sup>, Jeniffer Puelles Román<sup>b</sup>, Luis Arana Fu<sup>b</sup>, Patricia Retto Hernández<sup>b</sup>, Katherine Yañez Gozzer<sup>b</sup>, Berlyng Muñoz Delgado<sup>b</sup>, Cinthia Ricce Herrada<sup>b</sup>**

*a. Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad Nacional de Trujillo) Av. Juan Pablo II s/n, Ciudad Universitaria, Trujillo Perú*  
(\* [glinares@unitru.edu.pe](mailto:glinares@unitru.edu.pe))

*b. Departamento de Ciencias Agroindustriales (Universidad Nacional de Trujillo) Av. Juan Pablo II s/n Trujillo Perú*

Recibido 24 Octubre 2014; Aceptado 10 Diciembre 2014

### RESUMEN

El presente estudio se elaboró una bebida láctica fermentada con de pulpa de naranja, carambola y maracuyá, a partir de lactosuero dulce proveniente de la industria de elaboración de queso fresco. En la formulación de la bebida se utilizó 75% de lactosuero y el 25% restante fue una mezcla de las tres frutas anteriormente mencionadas. Para obtener las proporciones se utilizó un diseño de mezclas del tipo Simplex con centroide ampliado. Se evaluó la aceptabilidad sensorial a través de 38 jueces no entrenados siguiendo una prueba hedónica con una escala no estructurada obteniendo que la bebida más aceptada contenía un 8.33% de cada fruta. Así mismo se determinó que el contenido de proteína se mantuvo constante luego de pasteurizar la bebida y el contenido de ácido láctico luego de la fermentación disminuyó, trayendo como consecuencia una disminución del pH. El contenido de cenizas también fue evaluado obteniendo menor cantidad de materia inorgánica en la bebida final. La aceptabilidad sensorial se ajustó a un modelo cúbico con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0.8923 y un  $R^2$  ajustado de 0.8385

**Palabras claves:** lactosuero, aceptabilidad sensorial, maracuyá, carambola, naranja.

### ABSTRACT

The present study was made a fermented lactic drink with orange pulp, carambola and passion fruit, with sweet whey from the processing industry cheese. The 75% whey was used in the formulation of the drink and the remaining 25% was a mixture of the above three fruits. For the proportions design blends Simplex type with extended centroid was used. The sensory acceptability was evaluated by 38 untrained judges following a hedonic scale test with unstructured getting the most accepted beverage containing 8.33% of each fruit. Similarly it was determined that the protein content remained constant after drinking pasteurized and lactic acid content after fermentation, consequently resulting in a decrease in pH. The ash content was also evaluated getting smaller quantity of inorganic material in the final beverage. The sensory acceptability to a cubic model with a correlation coefficient  $R^2$  of 0.8923 and  $R^2$  adjusted of 0.8385.

**Keywords:** whey, sensory acceptability, passion fruit, carambola, orange.

### 1. Introducción

El lactosuero se define como el líquido resultante de la coagulación enzimática

de la leche en la fabricación del queso, tras la separación de la caseína y la grasa (Warner, 2001). Este representa el

80 – 90 % del volumen total de la leche que entra en el proceso y contiene alrededor de 50 % de los nutrientes de la leche original: proteínas solubles, lactosa, grasa, vitaminas y sales minerales (Padín y Díaz, 2006). Aproximadamente 47% de los 115 millones de toneladas de lactosuero producido anualmente a nivel mundial son desechados al medio ambiente (Ben-Hassan y Ghaly, 1994), lo cual representa una pérdida de una fuente de alimentación y causa serios problemas de contaminación, ya que la eliminación del contenido de lactosa y de proteínas residuales del suero lácteo representa valores de DBO de 40 000- 60000 mg/L y DQO 50 000-80 000 mg/L.

Los jugos de frutas tienen un gran potencial en el mercado de los productos alimenticios debido al incremento del consumo de bebidas que proporcionan vitaminas y minerales (Cerna, 2008). Estas bebidas presentan una serie de ventajas, como la posibilidad de combinación e diferentes aromas, sabores y componentes nutricionales (Matsuura *et al.*, 2004).

La producción nacional de cítricos para el año 2012 fue de 723,022 toneladas con una superficie de 53,172 hectáreas, de las cuales 24,876 has pertenecen a la producción de naranjas (MINAG, 2014).

El componente que más ha dado que hablar de la naranja es su vitamina C, ya que 100g de producto contiene hasta el 90 % de las necesidades diarias, sin embargo también contiene sustancias no-nutritivas entre las que cabe destacar la presencia de fitoquímicos, tales como flavonoides (con efectos antioxidante, antiinflamatorio y antitumoral) y limonoides (anticancerígeno), ácido fólico y minerales como el potasio, el magnesio y calcio (Eroski, 2010).

Durante el año 2008, en el Perú se produjeron 28 978 toneladas de maracuyá, de los cuales el 96.8% están en los departamentos de Lima, en primer lugar, Ancash, Lambayeque,

Junín, Piura y La Libertad (MINAG, 2014). La concentración de ácido ascórbico en maracuyá varía de 17 a 35 mg/100g de fruto para el maracuyá rojo y entre 10 y 14 mg/100g de fruto para el maracuyá amarillo. La coloración amarillo anaranjada del jugo se debe a la presencia de un pigmento llamado caroteno ofreciendo al organismo que lo ingiere una buena cantidad de vitamina A y C, además de sales minerales, como calcio, fierro y fibras. (Gerencia Regional Agraria de la Libertad, 2010). La maracuyá actualmente es considerada como un buen componente para elaboración de bebidas alimenticias pues cada 100 g de maracuyá tiene un valor calórico de 340 KJ y contiene aproximadamente: 77 g de agua, 2.4 g de proteína, 0.4 g de grasa, 13.4 g de carbohidratos y 1.5 g de minerales de balasto. También minerales y vitaminas: Aprox. 17 mg calcio, 1.3 mg hierro, 28 mg sodio, 40 mg vitamina A y 24 mg vitamina C (Fenemma, 2000).

La carambola es un fruta que posee un alto contenido de vitaminas, principalmente vitamina A, B1, B2, B5 y ácido ascórbico, siendo los más abundantes la vitamina A con 90 mg/100 g de fruta y la vitamina C o ácido ascórbico con 35 mg/100 g de fruta (Rivera, 2009). Rivera (2009) recomienda el consumo de carambola especialmente a quienes tienen un mayor riesgo de sufrir carencias de vitaminas A y C. Además, esta fruta previene la anemia y el estreñimiento, ayuda a mejorar la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas y los huesos, mejora el funcionamiento del sistema inmunológico y favorece la absorción del hierro de los alimentos. Para las personas que sufren de cálculos renales es limitado su consumo debido a su alto contenido de ácido oxálico (Gomez *et al.*, 2011).

El delineamiento y el análisis de mezclas es una metodología importante para el desarrollo y optimización de los productos alimenticios. Las

características de calidad de un producto alimenticio normalmente dependerán de las proporciones de los ingredientes individuales que están presentes en las formulaciones. Las proporciones de los diversos ingredientes de una mezcla no son variables independientes, ya que la suma de los ingredientes siempre es 100 % (Dingstad *et al.*, 2004).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar e investigar el efecto de las diferentes proporciones de pulpa de naranja, carambola y maracuyá, en la aceptabilidad sensorial de una bebida proteica fermentada elaborada a partir de lactosuero residual proveniente de la industria de elaboración de queso fresco, además de determinar el contenido de glucosa y proteína, y realizar una caracterización fisicoquímica a la bebida de mayor aceptabilidad.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Materia Prima

El lactosuero utilizado para la elaboración de la bebida fue obtenido de la empresa DELBAC S.A.C, el cual es un lactosuero dulce resultante del procesamiento de quesos. La naranja (*Citrus sinensis*) variedad Huando, carambola (*Averrhoa carambola L.*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) fueron obtenidas de un mercado local. Como insumos se usó azúcar blanca y sorbato de potasio.

### 2.2 Cultivo Láctico

Para el proceso de fermentación se utilizó cultivo láctico liofilizado compuesto por las bacterias *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subespecie Bulgaricus* y *Lactobacillus casei*, el cual fue adquirido en la empresa de insumos "SUMAN S.A.C."

### 2.3 Preparación y Formulación de la bebida láctica

Se seleccionaron las frutas sin daños físicos, químicos y microbiológicos,

para su posterior lavado, durante el cual se eliminaron los residuos que quedaron después de la cosecha y adquiridos durante el transporte. En el caso de la carambola, se realizó un proceso de escaldado a 90 °C por 30 segundos. Se obtuvo la pulpa o jugo, libre de cáscaras y pepas filtrando con un colador para separar las partículas sólidas que pudieran haber quedado en el zumo. Posteriormente se mezcló el jugo obtenido con el lactosuero, el cual fue previamente pasteurizado a 70 °C por 30 minutos y fermentado a 42°C por 5 horas. Luego del mezclado de los zumos obtenidos con el lactosuero fermentado se procedió a realizar la homogenización de la bebida estandarizando la misma a 14 °Brix agregando azúcar blanca y sorbato de potasio como conservante. La bebida obtenida fue pasteurizada a 80°C por 15 segundos para eliminar las bacterias del cultivo láctico e impedir la acidificación excesiva de la misma; y se envasó a la misma temperatura para evitar la contaminación microbiana. Para el enfriamiento de la bebida envasada, esta fue sometida a chorros de agua fría con el fin de realizar un choque térmico, finalmente se almacenó el producto en refrigeración a 4°C y lograr la conservación del mismo.

### 2.4 Métodos de Análisis

Se determinó el contenido de glucosa utilizando un kit de glucosa oxidasa marca "Wiener" y un espectrofotómetro UV Visible marca ÚNICO; las cenizas fueron determinadas siguiendo el método de la AOAC 923.03, 2005; la acidez titulable se determinó empleando el método de la AOAC 947.05, 1990; el contenido de proteína fue determinado utilizando el método oficial Kjeldahl de la AOAC 928.08, 1990 y la densidad del lactosuero fermentado y sin fermentar según método AOAC 925.22, 1990.

### 2.5 Prueba de Aceptación Sensorial

Se realizaron pruebas de aceptación de los productos finales. Se empleó una

prueba hedónica con escala no estructurada de 10 cm, la cual contó con puntos extremos, mínimo y máximo donde un total de 38 panelistas no entrenados expresaron su apreciación con respecto al sabor. El panelista marcó el punto donde consideró que corresponde a la calificación que se otorga al producto.

## 2.6 Método experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño de mezclas terciario del tipo Simplex con Centroides Ampliado formulado en el software Estadística 7.0 (versión de prueba), el cual se aprecia en la Tabla 1.

Posteriormente se aplicó el análisis de varianza para ver la influencia de los modelos matemáticos ( $p < 0.05$ ) y se calculó el coeficiente de determinación ( $R^2$ ). El modelo escogido fue el que presentó mayor  $R^2$ .

**Tabla 1.** Porcentajes de Mezclas para la elaboración de la bebida láctica

| N  | Maracuyá | Carambola | Naranja |
|----|----------|-----------|---------|
| 1  | 0.250    | 0.000     | 0.000   |
| 2  | 0.000    | 0.250     | 0.000   |
| 3  | 0.000    | 0.000     | 0.250   |
| 4  | 0.125    | 0.125     | 0.000   |
| 5  | 0.125    | 0.000     | 0.125   |
| 6  | 0.000    | 0.125     | 0.125   |
| 7  | 0.083    | 0.083     | 0.083   |
| 8  | 0.167    | 0.042     | 0.042   |
| 9  | 0.042    | 0.167     | 0.042   |
| 10 | 0.042    | 0.042     | 0.167   |

## 3. Resultados y discusión

Los resultados de los análisis realizados en las etapas de la elaboración del producto, se muestran a continuación.

Tras el análisis del contenido de proteína se encontró que el lactosuero fermentado y pasteurizado presentó un 3.00%, mientras que la bebida formulada con mayor aceptabilidad obtuvo un 3.10%.

**Tabla 2.** Características fisicoquímicas y componentes nutricionales en las

diferentes etapas en la elaboración del producto.

| Análisis realizado              | Lactosuero |               | Bebida formulada |
|---------------------------------|------------|---------------|------------------|
|                                 | Fermentado | Sin fermentar |                  |
| pH                              | 6,84       | 4,18          | 3,92             |
| Densidad (g/ml)                 | 1,0037     | 1,0492        | ---              |
| Acidez titulable (%)            | 0,1184     | 0,5559        | ---              |
| Glucosa (%)                     | 19,62      | 2,885         | ---              |
| Lactosa ( $\times 10^{-3}$ mol) | 10,078     | 7,6504        | ---              |
| Proteínas (%)                   | 0,6-1,0*   | 3,00          | 3,10             |
| Cenizas (%)                     | 0,5-0,6**  | 0,6797        | 0,5980           |

\* Panesar *et al* (2007)

\*\* Cayejas H., *et al* (2012)

De acuerdo a los resultados obtenidos por Chinchilla (2000) reportó un contenido de proteína en lactosuero dulce sin fermentar es de 0.8 a 1.0%; por otro lado Mosquera (2012) en la utilización del lactosuero residual con jugo de caña de azúcar, obtuvo valores de porcentaje de proteína de 2.31%.

Una de las razones por las que se existen estas variaciones, es que los sólidos totales de la leche, entre los que se encuentran las proteínas, grasas y carbohidratos, representan del 11 al 15% de su composición, varían de acuerdo con muchos factores, tales como raza y edad de la vaca, tipo y frecuencia de la alimentación, estado de lactación, temperatura ambiente, enfermedades, época del año, hora del día del ordeño, etc. (Badui, 2006).

La mínima variación encontrada entre el contenido de proteína del lactosuero fermentado y la bebida formulada se debe a que cuando la determinación de proteínas se hace por el método de Kjeldahl, también se incluye un 5% de nitrógeno no proteínico, proveniente de compuestos como aminoácidos, amoníaco, bases nitrogenadas, urea, etc. (Badui, 2006).

En lo que respecta a la acidez titulable, se obtuvo 0,1184 y 0,5559 g Ácido Láctico/100 g muestra para el lactosuero sin fermentar y fermentado respectivamente. Se observa una diferencia de 0.4375 g Ác. Láctico, valor que representa la cantidad de

ácido láctico que se ha formado en el proceso de fermentación, esta cantidad proviene de la degradación de lactosa en glucosa y galactosa. Asumiendo que todo el ácido láctico proviene únicamente de la fermentación de glucosa, se obtiene, por balance estequiométrico, la cantidad de lactosa que da origen al ácido láctico formado, la cual es  $2,4284 \times 10^{-3}$  moles. Con este resultado es posible calcular la eficiencia del cultivo láctico utilizado, representado como 24,096%. Según Badui (2006), la acidez titulable normal se debe a la presencia de los grupos ionizables de las proteínas, como son los carboxilos de los ácidos aspártico y glutámico; esto explica la presencia de pequeñas cantidades de ácido láctico en la bebida inicial.

El pH obtenido (6.84) lo define como un suero dulce, además este valor se encuentra dentro de los rangos aceptables para suero de leche tipo dulce y es similar al usado en otros estudios: 6.63 (Chóez y Fernández, 2010), 6.70 (Flores y Peña, 2003) y 6.47 (Londoño *et al.*, 2008). Para la bebida fermentada se puede observar una disminución en el pH a 4.18, esto debido al ácido láctico presente luego de la fermentación. Este mismo comportamiento se presenta en lo obtenido por De Paula *et al* (2014), quienes reportaron un pH inicial para lactosuero dulce de 6.52 y para la bebida fermentada un valor de 5.83. Así mismo, al adicionar las pulpas de frutas cítricas se obtuvo una segunda disminución del pH, debido al aporte de ácido cítrico, ascórbico y otros a la bebida formulada, lo que originó que el pH sea de 3.92.

Del mismo modo en el contenido de glucosa determinado en el lactosuero sin fermentar y fermentado se notó el efecto del cultivo láctico en la degradación de la glucosa en ácido láctico. Estos resultados se comparan con los obtenidos por Chinchilla (2000), quien determinó que el contenido de

glucosa aumentaba en el tiempo conforme se iba dando el proceso de fermentación debido a la acción de los microorganismos en la degradación de este monosacárido a ácido láctico.

Se determinó las cenizas para el lactosuero fermentado y la bebida fermentada de mayor aceptabilidad obteniendo 0.68% y 0.60% respectivamente. El porcentaje de cenizas de la carambola es 0.49% (Tello *et al.*, 2002), de la maracuyá es 0.49% (Santos, 1980) y de la naranja es 0.256% (Eroski, 2010); como el tratamiento 7 (cuya composición fue 8.3% v/v de maracuyá, carambola y naranja y 75% v/v de lactosuero) fue el que presentó mayor aceptabilidad, el porcentaje aproximado de cenizas de las frutas fue 0.41%. Como se puede observar, el porcentaje de cenizas de las frutas utilizadas en la bebida fermentada del tratamiento 7 es menor que el del lactosuero fermentado, 0.68%, por lo que al realizar la mezcla es lógico que el porcentaje de cenizas final en la bebida de mayor aceptabilidad sea menor.

Según Parra (2009), la concentración de minerales en el lactosuero se encuentra entre 4.3 y 9.5 g/l; en cambio Smithers (2008) dice que el porcentaje de minerales en el lactosuero es 0.53%, mientras que la FAO (2005) indica que el porcentaje de cenizas en el lactosuero de leche es 0.6%. Miranda *et al* (2014) elaboró una bebida fermentada a partir de suero de leche utilizando el *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*, luego midió el contenido de cenizas como indicador de calidad a la bebida fermentada obteniendo 0.48%. El contenido de cenizas del lactosuero fermentado se encontró cercano a los valores dados por los autores antes mencionados demostrándose así que el lactosuero utilizado en la formulación de la bebida cumplió con los estándares de calidad internacionales. Sin embargo, se encontró algunas variaciones en cuanto al % de cenizas comparado con

el de algunos autores, esto se debe a que la composición de minerales en el lactosuero varía notablemente en función del pH, la técnica de coagulación empleada y del tipo de alimentación del animal del cual proviene el suero de leche (Sepúlveda, 2002).

Luego de haber realizado los 10 tratamientos se procedió a evaluar el sabor de los mismos mediante un panel sensorial, compuesto por 38 panelistas no entrenados, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 3.

**Tabla 3.** Respuesta de aceptabilidad sensorial y desviación estándar para cada formulación.

| CÓDIGO | COMPONENTES |           |         | RESPUESTA     |
|--------|-------------|-----------|---------|---------------|
|        | Maracuyá    | Carambola | Naranja | Aceptabilidad |
| 190    | 0.250       | 0.000     | 0.000   | 4.17 ± 2.60   |
| 465    | 0.000       | 0.250     | 0.000   | 4.37 ± 2.31   |
| 694    | 0.000       | 0.000     | 0.250   | 5.08 ± 2.75   |
| 773    | 0.125       | 0.125     | 0.000   | 4.09 ± 2.36   |
| 549    | 0.125       | 0.000     | 0.125   | 4.49 ± 2.36   |
| 444    | 0.000       | 0.125     | 0.125   | 4.51 ± 2.90   |
| 809    | 0.083       | 0.083     | 0.083   | 6.15 ± 2.08   |
| 155    | 0.167       | 0.042     | 0.042   | 4.70 ± 2.21   |
| 265    | 0.042       | 0.167     | 0.042   | 4.63 ± 2.53   |
| 822    | 0.042       | 0.042     | 0.167   | 5.31 ± 2.71   |

La tabla 3 indica que para el atributo sabor la muestra 809 con 8.3 % de naranja, 8.3 % de carambola y 8.3 % de naranja presentó la mayor aceptación, arrojando un valor promedio de 6.15, debido a que esta formulación se realizó con el mismo contenido de las 3 frutas; mientras que la muestra 773 con 12.5% de maracuyá y 12.5% de carambola pero sin presencia de naranja presentó menor aceptación entre los panelistas con un promedio de 4.09, lo cual se debió a la excesiva acidez de esta muestra; cabe resaltar que al tratarse de un panel no entrenado se observó una gran

variabilidad en los resultados, la cual no pudo ser controlada; en el caso de la bebida más aceptada la desviación estándar fue de  $\pm 2.082$  y para la bebida menos aceptada fue de  $\pm 2.352$ .

Se puede observar en la tabla 4, que tanto el modelo lineal como el cuadrático poseen valores de p mayores a 0.05, es decir no presentan significancia y por lo tanto no son válidos, sin embargo al observar los parámetros para el modelo cúbico, estos expresan significancia puesto que el valor p es menor que 0.05 y el valor de  $R^2$  sobrepasa el 85% necesario.

**Tabla 4.** Significancia de los modelos lineal, cuadrático y cúbico especial

|                | SS Effect | df Effect | MS Effect | SS Error | df Error | MS Error | F      | p      | R-Sqr | R-Sqr Adjusted |
|----------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|--------|--------|-------|----------------|
| Linear         | 0.805     | 2         | 0.40      | 2.645    | 7        | 0.3779   | 1.0662 | 0.3942 | 0.233 | 0.014510       |
| Quadratic      | 0.515     | 3         | 0.17      | 2.130    | 4        | 0.5325   | 0.3223 | 0.8103 | 0.382 | 0.017689       |
| Special Cubic  | 1.829     | 1         | 1.82      | 0.300    | 3        | 0.1002   | 18.243 | 0.0235 | 0.912 | 0.73849        |
| Total Adjusted | 3.451     | 9         | 0.38      |          |          |          |        |        |       |                |

**Tabla 5.** Coeficientes de regresión para el sabor en un modelo cúbico especial ( $R^2 = 0.9128$ ;  $R^2$  Ajustado = 0.7385.)

|                     | Coeff.   | Std.Err. | t(3)     | p        | -95.% Cnf.Limt | +95.% Cnf.Limt |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|
| <b>(A)Maracuyá</b>  | 16.508   | 1.2245   | 13.48144 | 0.000883 | 12.6110        | 20.405         |
| <b>(B)Carambola</b> | 17.169   | 1.2245   | 14.02145 | 0.000786 | 13.2723        | 21.066         |
| <b>(C)Naranja</b>   | 20.335   | 1.2245   | 16.60665 | 0.000475 | 16.4378        | 24.232         |
| <b>AB</b>           | -15.047  | 24.6553  | -0.61028 | 0.584799 | -93.5110       | 63.418         |
| <b>AC</b>           | -9.259   | 24.6553  | -0.37554 | 0.732239 | -87.7234       | 69.205         |
| <b>BC</b>           | -15.759  | 24.6553  | -0.63916 | 0.568178 | -94.2229       | 62.706         |
| <b>ABC</b>          | 2777.105 | 650.1790 | 4.27129  | 0.023556 | 707.9450       | 4846.264       |

En la Tabla 5 tenemos a los coeficientes del modelo cúbico que es el que más se ajusta al comportamiento de la variable de respuesta, sin embargo se observa que el efecto de las interacciones entre dos de las variables no es significativas dado que sus valores de p se encuentran por encima de 0.05

A partir de estos datos se obtiene un primer modelo matemático, en el cual se consideran todas las variables:

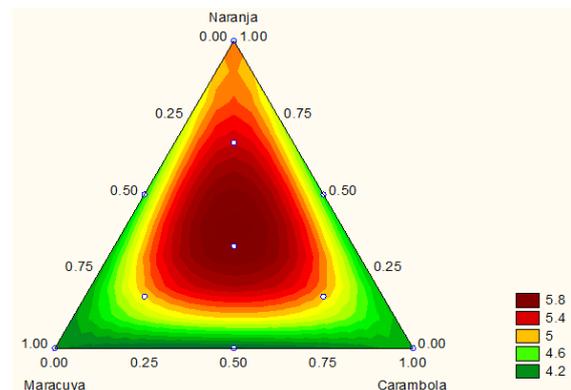
$$\text{Aceptabilidad} = 16.51 * M + 17.17 * C + 20.34 * N - 15.05 * M * C - 9.26 * M * N + 15.76 * C * N + 2777.10 * M * C * N$$

Teniendo en cuenta que en este modelo para la aceptabilidad se consideró todas las variables y sus interacciones de las variables, y se obtuvo un  $R^2$  Ajustado = 0.7385, el cual es considerado bajo, luego se realizó un gráfico de Pareto para distinguir de mejor manera cuáles de estas presentan significancia y cuáles no. A partir de esto se elaboró un modelo matemático final en el que solo se considera las variables que tienen influencia significativa.

En la tabla 5, se observa que la naranja, la carambola y maracuyá de manera independiente así como la combinación de las tres tienen influencia significativa ( $p < 0.05$ ), entonces se elaboró el modelo matemático final, el cual presenta un  $R^2$  ajustado de 0.8384:

$$\text{Aceptabilidad} = 16.15 * M + 16.63 * C + 19.96 * N + 2456.59 * M * C * N$$

El modelo matemático mostrado para la aceptabilidad después de eliminar las variables no significativas ha sido validado al tener un valor p de 0.00262 y un  $R^2$  mayor al del modelo anterior.



**Figura 1.** Gráfico de Contorno para la variable Difusividad Efectiva.

En la Figura 1 se observa que los límites para la proporción de frutas en los que se presenta una mayor aceptabilidad son de 4% a 12.5% para la maracuyá y la carambola, mientras que para la naranja el límite inferior fue de 5% y el límite superior fue de 15.5%. Cabe recalcar que dentro de estos límites se encuentran los valores máximos para aceptabilidad es decir de 5.4 a 5.8.

Según la metodología propuesta por Watts *et al* (1995), se obtuvieron los resultados expresados en la tabla 6 con la finalidad de conocer si existen diferencias significativas entre las fuentes de variación trabajadas.

**Tabla 6.** Análisis de varianza para los tratamientos y panelistas.

| Fuente de variación | G<br>L  | SC         | CM        | Relación<br>F |          |
|---------------------|---------|------------|-----------|---------------|----------|
|                     |         |            |           | Calculada     | Tabulada |
| Total               | 37<br>9 | 2427<br>.3 |           |               |          |
| Tratamiento         | 9       | 131.<br>15 | 14.<br>57 | 2.7<br>1      | 1.8<br>8 |
| Panelista           | 37      | 505.<br>34 | 13.<br>66 | 2.5<br>4      | 1.4<br>0 |
| Error               | 33<br>3 | 1790<br>.8 | 5.3<br>8  |               |          |

Se observó que la relación F calculada en ambos casos fue mayor que la relación F tabulada a partir de tablas, de lo cual podemos concluir en que existen diferencias significativas y por ende variabilidad tanto entre tratamientos como entre panelistas.

Para el caso de los tratamientos se esperaba que exista esta variabilidad, pues el fin fue comparar las diferentes formulaciones y elegir la más agradable. En cuanto al caso del panel, al tratarse de uno no entrenado este resultado era

predecible, sin embargo si se hubiese trabajado con un panel entrenado, este al calificar las muestras con el mismo criterio de evaluación no habría arrojado diferencias significativas de los datos analizados evidenciándose esto en que el valor F calculado sería menor que el tabulado.

#### 4. Conclusiones

Se evaluaron las proporciones de pulpa de frutas en la elaboración de una bebida a base de lactosuero, obteniendo mejor aceptabilidad en el sabor en la muestra que contenía igual proporción de pulpa de frutas (8.33%), el cual obtuvo la mayor calificación de 6,15 equivalente al carácter de “Me gusta”. El modelo más adecuado para representar el comportamiento de cada variable respuesta fue el modelo cúbico con un valor de  $R^2$  de 0.8923 y un  $R^2$  ajustado de 0.8385. Así mismo se obtuvo una bebida con 3.10% de contenido proteico el cual se considera “Alto”, 0.5980% en contenido de cenizas, y un pH de 3.92.

#### 5. Referencias

- AOAC Official Methods of Analyses. (2005). Assoc. Offic. Analyst Chemistry. 18va Edic. Washington DC:
- Ben-Hassan, R., y Ghaly, A. (1994). Continuous propagation of *Kluyveromyces fragilis* in cheese whey for pollution potential. Appl. Biochem. Biotechnol.(49), 89-105.
- Cerna, R. (2008). Efecto del tiempo y temperatura de pasteurización en las características sensoriales y fisicoquímicas del nectar mixto a base de jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y extracto de poro poro (*Passiflora tripartita*). Universidad Nacional de Trujillo, Departamento de Ciencias Agroindustriales.
- Dingstad, G. L., Westad, F., y Naes, T. (2004). Three case studies illustrating the properties of ordinary and partial least squares regression in different mixture models. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, I(71), 33-45.
- Eroski. (2010). “Naranjas” Guía de Frutas. España. Disponible en: [www.frutas.consumer.es](http://www.frutas.consumer.es)

- FAO. (2005). Manual Correspondiente a la Elaboración de Quesos. Food Agricultural Organizations.
- Fenemma, O. (2000). Química de los alimentos (Segunda ed.). Zaragoza, España: Acribia.
- Gerencia Regional Agraria de la Libertad. (2010). Cultivo de Maracuya (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*). Obtenido de <http://www.agrolalibertad.gob.pe>
- Gomez Prada, S. L., Acuña Martínez, I., De Ávila Gómez, Y., Pereira Bravo, C., Puello Arévalo, S., y Santoya Rodríguez, R. (2011). Elaboracion de productos a partir del fruto carambola (*Averrhoa Carambola L.*). Revista virtual de los programas de ingeniería, II(2), 54-64.
- Londoño, M., Sepulveda, J., Hernández, A., y Parra, J. (2008). Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. Rev. Fac. Nacional Agropecuarias de Medellín, I(61), 409-442.
- Matsuura, F., Da-Silveira, M., Cardoso, R., y Costa, D. (2004). Sensory acceptance of mixed nectar of papaya, passion fruit and acerola. Scientia Agricola, VI(61), 604-608.
- Miranda Miranda, O.; Fonseca, P. L.; Ponce, I.; Cedeño, C.; Rivero, L. S.; Vásquez L. M. (2007). Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de queso. Características distintivas y control de calidad. Revista Cubana de Alimentación y Nutrición. 17(2):103-108.
- MINAG. (2014). Ministerio de Agricultura y Riego. Recuperado el 20 de Setiembre de 2014, de <http://minag.gob.pe/>
- Padín G., C., y Díaz F., M. (2006). Efecto de la concentración inicial del lactosuero sobre la fermentación alcohólica con *Kluyveromyces fragilis*. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología, 26(1).
- Parra, R. A. (2009). Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. RFNAM. 62(1).
- Rivera Chicaiza, M. F. (2009). Investigación y análisis de la carambola. Propuesta gastronómica. Tesis de Grado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito. Obtenido de <http://repositorio.ute.edu.ec>
- Santos, J. E. (1980). A deficiencia de vitamina A e vitamina C no Brasil e a utilizacao de maracuyá (*Pasiflora edulis*) como fonte vitamínica. In: Cultura do maracujazeiro. p. 139-147. C Ruggiero, ed Fac. Ciencias Agrarias e Veterinarias. Jacoticabal.
- Sepúlveda Valencia, J. U.; Flórez Flórez, L. E.; Peña Alvarez, C. M. (2002). Utilización de lactosuero de queso fresco la elaboración de una bebida fermentada con adición de pulpa maracuyá (*Passiflora edulis*) variedad púrpura y carboximetilcelulosa (CMC), enriquecida con vitaminas A y D. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 55(2): 1633-1674.
- Smithers, G.W. (2008). Whey and whey proteins—from ‘gutter-to-gold’. International Dairy Journal. 18: 695–704.
- Tello, O.; García, R. y Vásquez, O. (2002). Conservación de Avernoa carambola “Carambola” por azúcar y calor. Revista amazónica de Investigación. 1: 49-58.
- Warner, J. (2001). Principios de la tecnología de lacteos. Mexico: ACT Editor, S.A.