

Formulación de una bebida hidratante nutritiva a partir del zumo de pseudotallo de banano y macerado de la cáscara de piña

Formulation of a nutritious hydrating drink from banana pseudostem juice and pineapple peel macerate

Ronald Bravo-Solórzano^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-7694-9595>

Howard Moreira-Mendoza¹ <https://orcid.org/0000-0003-3936-4656>

Pablo Gavilanes-López¹ <https://orcid.org/0000-0002-6133-1247>

¹Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador

*Autor para la correspondencia: correo electrónico: ronald_bravo@espam.edu.ec

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad formular una bebida hidratante nutritiva a partir del zumo de pseudotallo de banano y macerado de cáscara de piña, para ello se procedió a establecer las cantidades óptimas de los componentes mediante análisis fisicoquímicos y nutricionales de la bebida, aplicándose un diseño de mezclas Simplex-Centroide con 3 componentes por mezcla en 13 corridas para la elección de la mejor mezcla, cabe mencionar que el modelo utilizado para todos los parámetros analizados fue lineal debido a que presentaron un R cuadrado superior a 0,95 y un p_valor<0,05, se obtuvo como mezcla óptima las siguientes proporciones, 0,475 8 de zumo de pseudotallo de banano, 0,324 2 de macerado de cáscara de piña y 0,2 de agua, dando como valores 5,25 de pH, 0,47 % de acidez, 13,62 % de brix, 2,52 % de proteína, 6,04 % de fibra, 41,59 mg/100 g de sodio y 168,25 mg/100 g de potasio.

Palabras clave: bebida hidratante; pseudotallo de banano; diseño de mezclas.

ABSTRACT

The purpose of this research was to formulate a nutritious hydrating drink from banana juice and pineapple peel maceration, for which the optimal amounts of the components were established through physicochemical and nutritional analysis of the drink, applying a design of Simplex-Centroid mixtures with 3 components per mixture in 13 runs for the choice of the best mixture, it is worth mentioning that the model used for all the parameters analyzed was linear because they presented an R squared greater than 0,95 and a p_value<0,05, The following proportions were obtained as an optimal mixture, 0,4758 of banana pseudostem juice, 0,324 2 of pineapple peel macerate and 0,2 of water, giving as values 5,25 of pH, 0,47 % of acidity, 13,62 % of brix, 2,52 % of protein, 6,04% fiber, 41,59 mg / 100 g of sodium and 168,25 mg / 100 g of potassium.

Keywords: Hydrating drink; banana pseudostem; mix design.

Recibido: 15/12/2021

Aceptado: 08/04/2022

Introducción

En la actualidad se ha tornado significativo aprovechar residuos orgánicos debido a que son excelentes fuentes de pigmentos, compuestos fenólicos, fibras dietéticas, derivados de azúcar, ácidos orgánicos y minerales, entre otros componentes, varios de estos compuestos poseen beneficios para la salud como actividades antibacterianas, antitumorales, antivirales, antimutagénicas y cardioprotectoras.⁽¹⁾ La presencia de componentes nutricionales y compuestos fenólicos en residuos agroindustriales, hace que las sobras de frutas y verduras sean más valiosas para la industria alimentaria, debido a que imparten beneficios para la salud más allá de la nutrición básica, estos residuos pueden mejorarse e incorporarse para elaborar productos funcionales.⁽²⁾

Los pseudotallos de banano se utilizan como materia prima para papel, muebles y forraje en países industrializados, en algunas regiones como India y Malasia, el núcleo tierno y fresco del pseudotallo del banano se cocina y se consume, en algunos estudios se afirma que el pseudotallo del banano es rico en minerales y nutrientes, especialmente fibra dietética.⁽³⁾ El jugo de pseudotallo de banano podría ser materia

prima para transformarse en jugo isotónico o funcional debido a sus componentes nutricionales como sodio 88 mg.L-1 y potasio 874 mg.L-1, además de contener alto porcentaje de proteína, y bajo el punto de vista microbiológico, indican que el tratamiento térmico a 85°C durante 5 min son suficientes para eliminar todas las bacterias y conservar sus propiedades, lo que garantiza la seguridad para el consumo humano.⁽⁴⁾

La cáscara de piña es una buena fuente de fibra dietética, proteínas y minerales el cual corresponde al 76 % del subproducto de la piña, que podrían usarse como un ingrediente alimenticio potencial para mejorar la calidad nutricional de los alimentos.⁽⁵⁾ Así mismo la cáscara de la piña tiene 4,5 % de proteína, 0,5 % de lípidos, 3,1 % de fibra cruda y 4,8 % de cenizas, el cual recomienda darle un valor agregado debido al poco uso.⁽⁶⁾

Los alimentos nutricionales, incluidos las bebidas deportivas y las barras alimenticias, son una tendencia en aumento impulsada por la demanda de los consumidores de bebidas más saludables y dinámicas, para ayudar a los deportistas a reemplazar el agua y los electrolitos.⁽⁷⁾ La utilización de los componentes nutricionales del pseudotallo de banano y la cáscara de piña, reduciría significativamente los costos de producción de la bebida, en razón de que estos ingredientes son considerados como residuos que no tienen ninguna utilidad por lo que son muy fáciles de conseguir.

Una bebida isotónica o hidratante debe contener agua, solución de carbohidratos del 4 al 8 %, sodio, potasio y proteínas, así como posiblemente hierbas o cafeína.⁽⁸⁾ La deshidratación es un proceso en el que inicialmente se pierde agua pero que elimina también electrolitos como sodio, potasio y magnesio, por ende consumo de energía. En ese sentido, debido a los componentes nutricionales y minerales similares con los que cuenta el pseudotallo de banano y la cáscara de piña, se puede enmarcar el producto obtenido como una bebida hidratante nutricional.⁽⁹⁾ En tal virtud la presente investigación tuvo como objetivo formular una bebida hidratante nutritiva a partir del zumo de pseudotallo de banano y del macerado de cáscara de piña.

Materiales y métodos

La presente investigación fue ejecutada en el laboratorio de bromatología y en el taller

de frutas y hortalizas de la carrera de agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López de la ciudad de Calceta. La elaboración de la bebida se lo realizó mediante normativa NTE INEN 2337:2008, los análisis de pH mediante la NTE INEN 389, los análisis de acidez mediante el método de titulación NTE INEN 13, los análisis de brix mediante el método de refractometría, los análisis de proteína mediante el método de dumas, los análisis de fibra mediante el método AOAC 930.09, los análisis de sodio mediante SEIN-MINI (AOAC 99.11) y los análisis de potasio mediante absorción atómica.

Se creó un diseño de mezclas Simplex-Centroide el cual estudió los efectos de 3 componentes (componente A pseudotallo de banano, componente B cáscara de piña y componente C agua) en 13 corridas. El diseño fue ejecutado en un solo bloque, el orden de los experimentos fue completamente aleatorizado, esto aportó protección contra el efecto de variables ocultas, cabe mencionar que se corrieron varios modelos; sin embargo, el lineal fue el adecuado debido a que presentó una menor significancia, ajustándose el modelo a primer orden. Los componentes de las mezclas en el diseño estuvieron ajustados en proporción para que la sumatoria de los mismos sean igual a 1 como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1-Números de Mezclas Creadas Mediante el Diseño Simplex-Centroide

Corridas	Zumo del pseudotallo de banano	Macerado de cáscara de piña	Agua
1	0,5	0,3	0,2
2	0,366 667	0,366 667	0,266 667
3	0,3	0,3	0,4
4	0,333 333	0,333 333	0,333 333
5	0,4	0,3	0,3
6	0,3	0,5	0,2
7	0,4	0,4	0,2
8	0,333 333	0,433 333	0,233 333
9	0,433 333	0,333 333	0,233 333
10	0,3	0,4	0,3
11	0,5	0,3	0,2
12	0,3	0,5	0,2
13	0,3	0,3	0,4

La unidad experimental consistió en 450 mL de la bebida hidratante nutritiva por cada mezcla del diseño, se elaboró utilizando las proporciones de mezcla de pseudotallo de

banano, cáscara de piña y agua correspondientes, señalando que se le adicionó, sorbato de potasio 0,05 % y goma Xanthan al 0,2 %.

Los análisis se realizaron con el paquete estadístico Statgraphics centurión XVI.I mediante el diseño de mezclas Simplex-Centroide, para obtener las dosis correctas que permitieron tener los valores óptimos de la bebida mediante el gráfico de superficie de respuesta y la formulación adecuada que permitió optimizar en conjunto todos los valores.

Preparación del pseudotallo de banano

El pseudotallo se higienizó con agua y luego se cortó en piezas verticales de 40 cm de largo, el zumo se extrajo con extractor de jugo mecánico (modelo Lar-04MB) a temperatura ambiente, el filtrado concentrado fue retenido usando una tela de quesería, el zumo de pseudotallo de plátano filtrado/concentrado fue esterilizado por calentamiento a 90°C durante 10 min en un baño de agua, y se utilizó como materia prima para la elaboración de la bebida hidratante nutritiva.

Preparación de la cáscara de piña

La cáscara de piña variedad Perolera se la maceró con relación de 10 g por cada 100 mL de agua durante 24 h a temperatura ambiente por cada envase de plástico, el jugo filtrado se utilizó en la bebida hidratante nutritiva.

Preparación de la bebida

Recepción: la materia prima y los insumos se receptaron aplicando buenas prácticas de manufactura; se verificó que estas se encuentren en óptimas condiciones sin magulladuras o cortes para iniciar con el proceso de elaboración de la bebida.

Formulación: para la formulación de la bebida se tuvieron en cuenta las proporciones correspondientes al diseño de las mezclas Simplex-Centroide de acuerdo a las corridas arrojadas por el programa.

Mezclado: para la mezcla se incorporaron al mismo tiempo los tres componentes principales (zumo del pseudotallo de banano, macerado de la cáscara de piña y agua) en una olla de acero inoxidable, de inmediato se sometió a calentamiento elevando la temperatura hasta 55°C, luego se agregó el azúcar mezclado con el estabilizante (goma xanthan 0,2 %) y el conservante (sorbato de potasio 0,05 %) hasta obtener

disolución completa.

Pasteurización: la bebida se pasteurizó a 65°C durante 30 min, e inmediatamente se enfrió a 6°C, con el fin de eliminar los microorganismos patógenos y minimizar al máximo la flora microbiana banal que se puedan presentar en el producto final.

Envasado: se procedió a llenar los envases de vidrios de 450 mL, que fueron previamente esterilizados, para asegurar la inocuidad y prolongar la vida útil.

Almacenamiento: el producto se almacenó a una temperatura de refrigeración 4°C.

Análisis y discusión de los resultados

La optimización de la bebida hidratante depende de la proporción de los componentes y de las condiciones de procesamiento, los resultados en cuanto a la composición de los parámetros fisicoquímicos y nutricionales de las diferentes mezclas se discuten en esta sección, donde los datos obtenidos para cada parámetro se ajustaron al modelo que mejor significancia y correlación presentaron para la ecuación.

pH

Tabla 2-Efectos Estimados del Modelo Completo para pH

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	R Cuadrada
Lineal	0,504 747	2	0,252 373	1 649,23	0,000 0	0,997
Cuadrático	0,000 260 698	3	0,000 086 899 2	0,48	0,706 9	0,997
Cúbico Especial	9,197 77E-7	1	9,197 77E-7	0,00	0,949 6	0,997
Total	357,036	13				

La tabla 2 muestra los resultados de ajustar diferentes modelos a los datos analizados para el pH, desde el punto de vista del ajuste de los modelos con el R^2 todos son idóneos debido que a que cada modelo muestra un valor de 0,997; sin embargo, al observar la significancia el único modelo que se ajusta a la ecuación es el lineal (p -valor < 0,05) lo cual indica que, este modelo es estadísticamente significativo.

La ecuación del modelo ajustado al lineal para pH es:

$$\text{pH} = A (5,306\ 26) + B (4,890\ 26) + C (5,514\ 26) \quad (1)$$

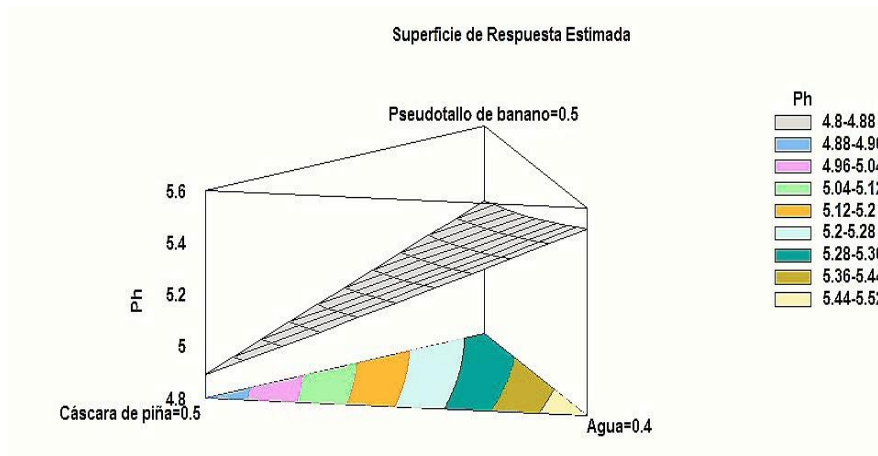


Fig. 1- Superficie de respuesta estimada para pH

La figura 1 del gráfico de superficie de respuesta, obtenida a través de la ecuación matemática (Ec. 1) ajustada al modelo lineal ($R^2=0,997$) para el parámetro pH, indica que a mayor proporción del zumo de pseudotallo de banano y agua mayores valores de pH; siendo la formulación óptima para maximizar los valores de, 0,475 8 de zumo de pseudotallo de banano, 0,324 2 de macerado de cáscara de piña y 0,2 de agua, obteniendo un valor óptimo de 5,25.

Los valores obtenidos para pH en la bebida tienen relación a investigaciones realizadas donde señalan que, la cáscara de piña tiene un pH ligeramente ácido de 3,80⁽¹⁰⁾; mientras que, el jugo de pseudotallo de banano posee un pH promedio de 6,10.⁽¹¹⁾

En lo referente a este parámetro en un estudio elaboraron una bebida isotónica del jugo del pseudotallo de banano encontrando valores de pH de 3,28 a 4,75,⁽¹²⁾ mientras que en la presente investigación el valor óptimo fue de 5,25, superior al encontrado por discutidos, siendo este el adecuado para una bebida hidratante debido a obtener un pH en el producto cercano al neutro.

Acidez

Tabla 3-Efectos Estimados del Modelo Completo para Acidez

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	R cuadrada
Lineal	0,124 207	2	0,062 103 3	572,03	0,000 0	0,989
Cuadrático	0,000 092 002 4	3	0,000 030 667 5	0,22	0,882 3	0,986
Cúbico Especial	0,000 020 656 8	1	0,000 020 656 8	0,13	0,733 4	0,984
Total	3,630 1	13				

La tabla 3 muestra los resultados de ajustar diferentes modelos a los datos obtenidos para la acidez, desde el punto de vista de la significancia el modelo que más se ajusta a la ecuación es el lineal ($p\text{-valor} < 0,05$) el cual indica que este modelo es estadísticamente significativo trabajando con un nivel de confianza del 95,0 %, además el R^2 muestra un valor de 0,989.

La ecuación del modelo ajustado al lineal para acidez es:

$$\text{Acidez} = A (0,447 898) + B (0,699 898) + C (0,409 898) \quad (2)$$

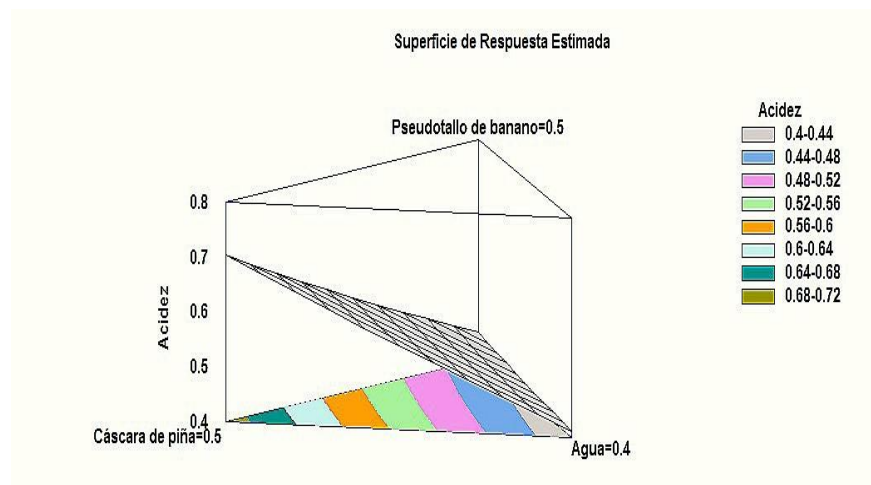


Fig. 2-Superficie de respuesta estimada para acidez

La figura 2 del gráfico de superficie de respuesta, obtenida a través de la ecuación matemática (Ec. 2) ajustada al modelo lineal ($R^2=0,989$) para el parámetro de acidez, indica que, a mayor proporción de cáscara de piña mayores valores de acidez; sin embargo, la formulación óptima para maximizar todos los componentes es de, 0,475 8 de zumo de pseudotallo de banano, 0,324 2 de macerado de cáscara de piña y 0,2 de agua, obteniendo un valor óptimo de 0,47 %.

Los valores obtenidos para acidez en la bebida tienen relación a un estudio señalando

que, la acidez de la cáscara de piña tiene un valor de 0,80 %⁽¹⁰⁾, de tal manera el pseudotallo de banano posee una acidez de 0,2 %.⁽¹³⁾

Los valores de acidez en una bebida isotónica del pseudotallo de bananoson de 0,35 a 0,26 %⁽¹²⁾; mientras que en la bebida obtenida se encontró un valor óptimo de 0,47 %, ambos valores son adecuado debido a que el valor mínimo para este tipo de bebidas es de 0,1 %.

Sólidos solubles (°brix)

Tabla 4-Efectos Estimados del Modelo Completo para Brix

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	R cuadrada
Lineal	10,191 4	2	5,095 72	260,57	0,000 0	0,977
Cuadrático	0,025 145 5	3	0,008 381 83	0,34	0,794 6	0,971
Cúbico Especial	0,000 005 260 62	1	0,000 005 260 62	0,00	0,989 6	0,966
Total	2 468,2	13				

La tabla 4 muestra los resultados de ajustar diferentes modelos a los datos obtenidos para los grados brix, desde el punto de vista de la significancia el modelo que más se ajusta a la ecuación es el lineal (p-valor<0,05), indicando que este modelo es estadísticamente significativo asumiendo que se trabaja al nivel de confianza del 95,0 %, además el R² muestra un valor de 0,977.

La ecuación del modelo ajustado al lineal para grados brix es:

$$\text{Brix} = A (13,394) + B (15,322) + C (12,534) \quad (3)$$

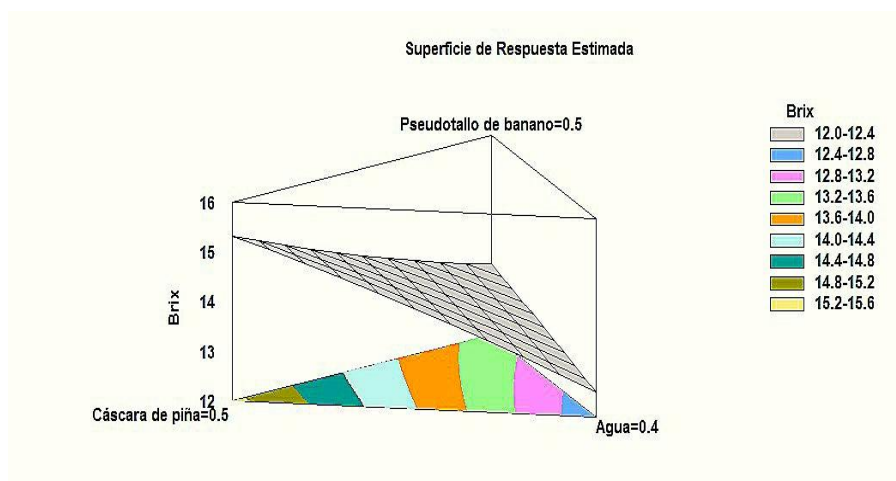


Fig. 3-Superficie de respuesta estimada para los grados brix

La figura 3 de la curva de superficie de respuesta estimada, obtenida a través de la ecuación matemática (Ec. 3) ajustada al modelo lineal ($R^2=0,977$), para el parámetro de acidez indica que, a mayor proporción de cáscara de piña mayores valores de grados brix; sin embargo, la formulación óptima para minimizar todos los valores fue de, 0,475 8 de zumo de pseudotallo de banano, 0,324 2 de macerado de cáscara de piña y 0,2 de agua, obteniendo un valor óptimo de 13,62 % de sólidos solubles.

Los valores obtenidos para sólidos solubles en la bebida tienen relación debido a que la cáscara de piña tiene un valor de sólidos solubles de 10 % ⁽¹⁰⁾; por consiguiente en un estudio realizado, el zumo de pseudotallo de banano tiene un valor de 12 %.⁽¹²⁾

En lo referente a este parámetro se encontraron valores de sólidos solubles de 12 a 14,0 % en la bebida isotónica del pseudotallo de banano ⁽¹¹⁾; por consiguiente, en la bebida obtenida se obtuvo un valor óptimo de 13,62 %, valor dentro del promedio encontrado por estos autores. Una bebida hidratante no debe superar el 10 % de sólidos solubles, por lo cual se debe tener ese valor en cuenta al momento de elaborar este tipo de productos para tratar de obtener valores más bajos de sólidos solubles.⁽¹³⁾

Proteína

Tabla 5-Efectos Estimados del Modelo Completo para proteína

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	R Cuadrada
Lineal	0,821 727	2	0,410 863	249,88	0,000 0	0,976
Cuadrático	0,003 614 52	3	0,001 204 84	0,66	0,603 6	0,973
Cúbico Especial	7,664 29E-7	1	7,664 29E-7	0,00	0,985 5	0,964
Total	79,607 4	13				

La tabla 5 denota los resultados de ajustar diferentes modelos a los datos obtenidos para proteína, desde el punto de vista de la significancia el modelo que más se ajusta a la ecuación es el lineal (p -valor $<0,05$), señalando que este modelo es estadísticamente significativo trabajando con un nivel de confianza del 95,0 %, además el R^2 muestra un valor de 97,65.

La ecuación del modelo ajustado al lineal para proteína es:

$$\text{Proteína} = A (2,482 21) + B (2,856 21) + C (2,046 21) \quad (4)$$

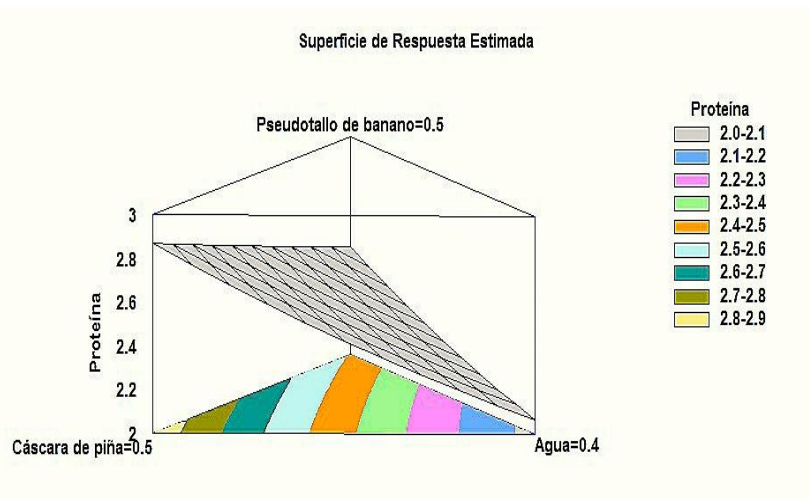


Fig. 4-Superficie de respuesta estimada para proteína

La figura 4 del gráfico de superficie de respuesta, obtenida a través de la ecuación matemática (Ec. 4) ajustada al modelo lineal ($R^2=0,976 5$), para el parámetro de proteína indica ligeramente que a mayor proporción de cáscara de piña mayores valores de proteína; sin embargo, la formulación óptima para maximizar todos los valores fue de, 0,475 8 de zumo de pseudotallo de banano, 0,324 2 de macerado de cáscara de piña y 0,2 de agua, obteniendo un valor óptimo de 2,52 %.

Los valores obtenidos para proteína en la bebida tienen relación a lo encontrado en una investigación sobre la cáscara de piña, en la cual se identificó que la misma posee un 2,60 % proteína ⁽¹⁴⁾; mientras que, el zumo de pseudotallo de banano tiene un 2,5 % de proteína.⁽⁴⁾

En lo referente a este parámetro en una investigación elaboraron una bebida hidratante con el pseudotallo de banano y extractos de menta encontrando valores de 0,6 % de proteína, ⁽¹⁵⁾ mientras que en la bebida el valor óptimo obtenido fue de 2,52 %, cabe mencionar que estos valores superiores a los mencionados por los autores se deben a la incorporación del macerado de cáscara de piña el cual cuenta con un importante valor proteico, de tal manera la incorporación de estos componentes en la bebida la hace ideal para su contenido de proteína.

Fibra

Tabla 6-Efectos Estimados del Modelo Completo para Fibra

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	R cuadrada
Lineal	6,203 23	2	3,101 61	5 049,41	0,000 0	0,998
Cuadrático	0,001 281 35	3	0,000 427 118	0,62	0,626 8	0,998
Cúbico Especial	0,000 008 761 18	1	0,000 00 876 118	0,01	0,920 5	0,998
Total	331,009	13				

La tabla 6 contrasta los resultados de ajustar diferentes modelos a los datos obtenidos para fibra, desde el punto de vista del ajuste del modelo con el R² todos son idóneos para analizar debido a que cada modelo muestra un valor superior de 0,998; sin embargo, al observar la significancia el único modelo que se ajusta a la ecuación es el lineal (p-valor < 0,05) recalando que, este modelo es estadísticamente significativo.

La ecuación del modelo ajustado al lineal para fibra es:

$$\text{Fibra} = A (6,233 13) + B (4,693 13) + C (4,069 13) \quad (5)$$

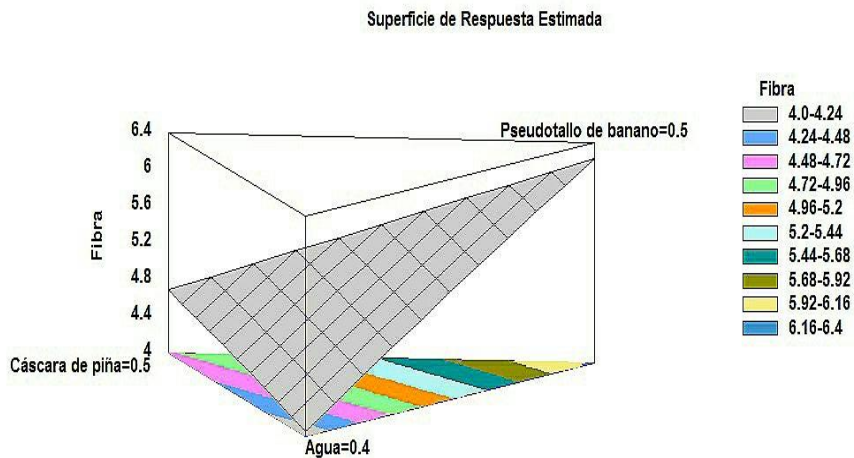


Fig. 5- Superficie de respuesta estimada para fibra

La figura 5 del gráfico de superficie de respuesta, obtenida a través de la ecuación matemática (Ec. 5) ajustada al modelo lineal ($R^2=0,998$), para el parámetro de fibra indica que, a mayor proporción de pseudotallo de banano mayores valores de fibra; siendo la formulación óptima para maximizar los valores de, 0,475 8 de zumo de pseudotallo de banano, 0,324 2 de macerado de cáscara de piña y 0,2 de agua, obteniendo un valor óptimo de 6,04 %.

Los valores obtenidos de fibra en la bebida tienen correspondencia a lo señalado en la investigación, revelando que la cáscara de piña posee un valor de 1,66 % de fibra, ⁽¹⁴⁾ mientras que el zumo de pseudotallo de banano tiene un 10,70 % de fibra.⁽⁴⁾

En lo que respecta a este parámetro en una investigación se elaboró una bebida hidratante con el pseudotallo de banano y extractos de menta encontrando valores de 2 % de fibra, ⁽¹⁵⁾ mientras que en la bebida el valor óptimo obtenido fue de 6,04 %, cabe mencionar que estos valores superiores a dicha investigación se debe a la incorporación del macerado de cáscara de piña el cual cuenta con una importante de fibra cruda, por ende la incorporación de estos componentes en la bebida la hace ideal para su contenido de fibra.

Sodio

Tabla 7-Efectos Estimados del Modelo Completo para Sodio

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	R cuadrada
Lineal	500,643	2	250,322	5 9997,64	0,000 0	0,999
Cuadrático	0,005 435 46	3	0,001 811 82	0,35	0,791 0	0,999
Cúbico Especial	0,000 002 804 03	1	0,000 002 804 03	0,00	0,983 5	0,999
Total	1 3915,9	13				

La tabla 7 muestra los resultados de ajustar diferentes modelos a los datos obtenidos para sodio, desde el punto de vista del ajuste del modelo con el R^2 todos son idóneos para analizar debido que a que cada modelo muestra un valor casi perfecto de 0,999, sin embargo, al observar la significancia el único modelo que se ajusta a la ecuación es el lineal (p -valor < 0,05) detallando que, este modelo es estadísticamente significativo.

La ecuación del modelo ajustado al lineal para sodio es:

$$\text{Sodio} = A (43,677 2) + B (26,485 2) + C (26,209 2) \quad (6)$$

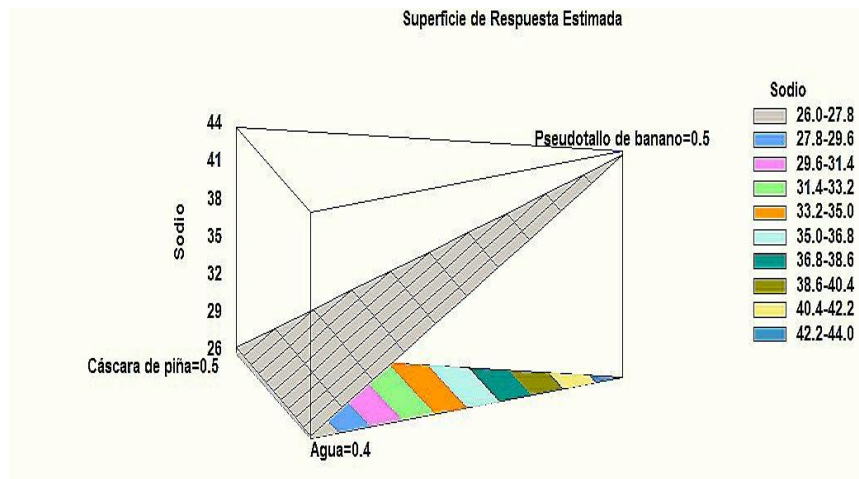


Fig. 6-Superficie de respuesta estimada para sodio.

La figura 6 del gráfico de superficie de respuesta estimada, obtenida a través de la ecuación matemática (Ec. 6) ajustada al modelo lineal ($R^2=0,999$), para el parámetro de sodio indica que, a mayor proporción de pseudotallo de banano mayores valores de sodio; siendo la formulación óptima para maximizar los valores de, 0,475 8 de zumo de pseudotallo de banano, 0,324 2 de macerado de cáscara de piña y 0,2 de agua, obteniendo un valor óptimo de 41,59 mg/100 g.

Los valores encontrados de sodio en la bebida tienen correspondencia a los datos

obtenidos en la caracterización del zumo de pseudotallo con valor de 86,6 mg/100 g; por otra parte la cáscara de piña posee 1 mg/100 g.⁽¹⁶⁾

En una investigación se menciona que, las bebidas deportivas isotónicas deben tener (0,5-0,7 g/L de sodio) antes del ejercicio después de una carrera prolongada; sin embargo, en el calor, la concentración de sodio debe aumentarse a 0,7-1,2 g/L cuando el ejercicio dura más de 1 h denominado como bebida hipertónicas para evitar así estados de hiponatremia.⁽¹³⁾ Cabe mencionar que, la bebida obtenida tiene un valor de 0,42 g/L de sodio, el cual es inferior al mencionado por el autor, sin embargo adecuado para recuperar el sodio perdido durante una deshidratación no tan prolongada.

Potasio

Tabla 8-Efectos Estimados del Modelo Completo para Potasio

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	R cuadrada
Lineal	3 862.64	2	1 931.32	7 968,17	0,000 0	0,999
Cuadrático	0,411 258	3	0,137 086	0,48	0,708 4	0,999
Cúbico Especial	0,002 121 74	1	0,002 121 74	0,01	0,939 2	0,999
Total	268 768.	13				

La tabla 8da a conocer los resultados de ajustar diferentes modelos a los datos obtenido para potasio, desde el punto de vista del ajuste del modelo con el R² todos son idóneos para analizar debido que a que cada modelo muestra un valor de 0,999; sin embargo, al observar la significancia el único modelo que se ajusta a la ecuación es el lineal (p-valor< 0,05) estableciendo que, este modelo es estadísticamente significativo.

La ecuación del modelo ajustado al lineal para potasio es:

$$\text{Potasio} = A (172,318) + B (138,77) + C (117,158) \quad (7)$$

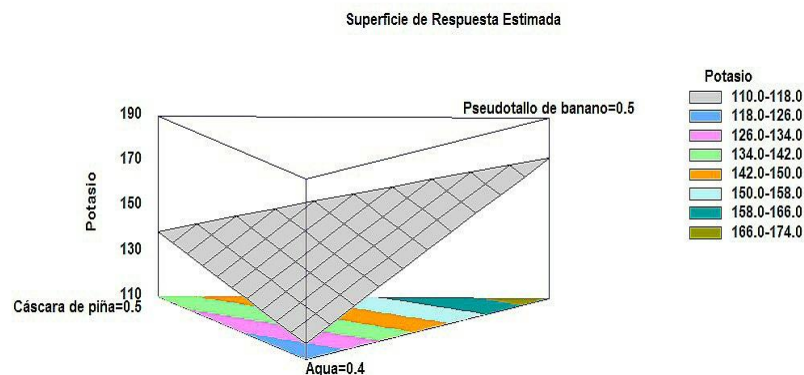


Fig. 7-Superficie de respuesta estimada para potasio

La figura 7 del gráfico de superficie de respuesta, obtenida a través de la ecuación matemática (Ec. 7) ajustada al modelo lineal ($R^2=0,999$) para el parámetro de potasio, indica que, a mayor proporción de pseudotallo de banano mayores valores de potasio; siendo la formulación óptima para maximizar los valores de, 0,475 8 de zumo de pseudotallo de banano, 0,324 2 de macerado de cáscara de piña y 0,2 de agua, obteniendo un valor óptimo de 168,25 mg/100 g.

Los valores obtenidos para potasio tienen correspondencia a los encontrados en la caracterización del zumo de pseudotallo de banano con valor de 280,60 mg/100 g, por otra parte se señala que, la cáscara de piña posee un valor de potasio de 101 mg/100 g.⁽¹⁷⁾

Los valores óptimos de potasio encontrados en la bebida son representativos para recuperar los electrolitos perdidos en una deshidratación leve, tal y como se menciona en una investigación señalando que, un esfuerzo físico intenso conlleva la pérdida de un elemento esencial como el potasio, indispensable para regular la actividad muscular, además de controlar la presión arterial o garantizar transmisión de impulsos nerviosos.⁽⁸⁾

Conclusiones

Mediante el diseño de mezclas en la obtención de la bebida hidratante nutritiva, se estableció que la mezcla óptima fue la de 0,475 8 de zumo de pseudotallo de banano, 0,324 2 de macerado de cáscara de piña y 0,2 de agua permitiendo obtener los más altos valores de proteína, fibra, sodio y potasio, sin embargo los valores de sodio

encontrados en la bebida fueron ligeramente inferiores a los mencionados en la literatura.

Referencias bibliográficas

1. SAGAR, N., PAREEK, S., SHARMA, S., YAHIA, E. & LOBO, M. Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible Utilization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2018, **17**(3), 512-522. [Consultado 13 de febrero 2021]. DOI: 10.1111/1541-4337.12330
2. VODNAR, D. C., CĂLINOIU, L. F., MITREA, L., PRECUP, G., BINDEA, M., PĂCURAR, A. M., & ŞTEFĂNESCU, B. E. A new generation of probiotic functional beverages using bioactive compounds from agro-industrial waste. *In Functional and medicinal beverages*. 2019, **11**(1), 483-528. [Consultado 13 de febrero 2021]. ISBN: 978-0-12-816397-9. DOI: 10.1016/B978-0-12-816397-9.00015-7
3. FERIOTTI, D. G., & IGUTI, A. Proposal for use of pseudostem from banana tree (*Musa cavendish*). In International Congress of Engineering and Food, Athens, Greece. 2012. [Consultado 13 de febrero 2021]. ISBN: 9781627487627.
4. JUN, M. *Banana pseudostem: properties nutritional composition and use as food*. Tesis Doctoral. Master's Thesis, The University of New South Wales, Sidney, Australia. 2015. [Consultado 13 de febrero 2021].
5. SAH, B. N. P., VASILJEVIC, T., MCKECHNIE, S., & DONKOR, O. Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *LWT-Food Science and Technology*, 2016, **65**(1), 978-986. [Consultado 15 de febrero 2021]. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.09.027.
6. YURDAKOK, B., & FILAZI, A. Nutraceuticals: the Turkish perspective. *En Nutraceuticals*. Academic Press, 2021, 1309-1320. [Consultado 15 de febrero 2021]. DOI: 10.1016/B978-0-12-821038-3.00078-1
7. FONSECA, R. S., DEL SANTO, V. R., SOUZA, G. B. D. & PEREIRA, C. A. M. Elaboração de barra de cereais com casca de abacaxi. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 2011, **61**(2). 216-223. [Consultado 15 de febrero 2021]. DOI: /10.1016/j.lwt.2015.09.027

8. MEYER, F., O'CONNOR, H., & SHIRREFFS, S. M. Nutrition for the young athlete. *Journal of sports sciences*, 2007, **25**(1). S73-S82. 9. [Consultado 15 de febrero 2021]. DOI: 10.1080/02640410701607338
9. LUKPANOVNA, N y AFSUN, B. Innovations in Health Sciences. Edición: Cambridge Scholars Publishing. Newcastle, Reino Unido. 2020, **133**(1). [Consultado 15 de febrero 2021]. ISBN: 1-5275-5524-0
10. MELGAREJO, H. (2013). Elaboración de una bebida fermentada a partir de la cáscara de piña (*Ananascomosus*) variedad samba. Tesis Ingeniería en industrias alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la selva. Tingo María, Perú. 2013.
11. VARGAS-SOTO, L. F., MARTÍNEZ-YEPES, P. N., & GUARNIZO-FRANCO, A. Algunas características fisicoquímicas del jugo del pseudotallo del banano. *Revista de Ciencias*. 2013, **17**(1). [Consultado 22 de marzo 2021]. DOI: 10.25100/rc.v17i1.498
12. BUVANESHWARI, K., SASHIDEVI, G., HEMALATHA, G., & ARUNKUMAR, R. Development and Quality Evaluation of Ready to Serve (RTS) Beverage from Banana Pseudo Stem. *European Journal of Nutrition & Food Safety*. 2020, **12**(9). 32-42. [Consultado 22 de marzo 2021]. DOI: 10.9734/ejnfs/2020/v12i930281
13. SHIVA, K. N., ADIYAMAN, P., NAIK, R., & MARIMUTHU, N. Development and Standardisation of Banana Pseudostem Based Novel Functional Blended Ready to Drink (RTD) Beverages and Studies Nutritional Changes during Storage. *An International Journal of Life Sciences*. 2018, **7**(3).151-158.[Consultado 22 de marzo 2021]. DOI: 10.5958/2319-1198.2018.00021.0
14. ABUMOH'D, M. F. Influence of an isotonic sports drink during exercise and recovery on subsequent endurance capacity and aldosterone response in the heat in well-trained endurance athletes. *Sport Mont*. 2020, **18**(2), 25-31. [Consultado 22 de marzo 2021]. DOI: 10.26773/smj.200617
15. KUMALASARI, R., HERMINIATI, A., & ANDRIANSYAH, R. C. E. Pineapple Peel as a Potential Source of Dietary Fiber. In Proceedings of International Conference on Appropriate Technology Development (ICATDev). *Proceeding of International Conference*, 2016. [Consultado 22 de marzo 2021]. ISBN: 978-0-9935191-1-6.
16. SWARNALAKSHMI, C. S., MANISHA, C. P., HARINI, B., AKSHARA, J., JOSHIKA, G., & KEERTHANA, R. Optimization and standardization of lemon grass incorporated into pseudostem and mint extracts based isotonic drink. *Int J Adv Res, Ideas*

InnovTechnol. 2019, **5**(3). 1089-1093. [Consultado 22 de marzo 2021]. ISSN: 454-132X

17. USDA. (*U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE*). Valor de sodio para la cascara de piña. Informe base de datos sobre la composición de los alimentos. [En línea]. 2021. Formato Html. [Consulta: 26 de abril de 2021]. Disponible en <https://fdc.nal.usda.gov/>

18. USDA. (*U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE*). Valor de potasio para la cascara de piña. Informe base de datos sobre la composición de los alimentos. [En línea]. 2021. Formato Html. [Consulta: 26 de abril de 2021. Recuperado de <https://fdc.nal.usda.gov/>

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Contribución de los autores

Ronald Bravo-Solórzano: conformación como autor principal de la investigación en el trabajo experimental y procesamiento de datos.

Howard Moreira-Mendoza: conformación como coautor de la investigación en el procesamiento de datos y redacción.

Pablo Gavilanes-López: revisión y corrección del artículo.