



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE POSGRADO Y FORMACIÓN CONTINUA**

**INFORME DE INVESTIGACIÓN**

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER  
EN AGROINDUSTRIA**

**MODALIDAD:**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TEMA:**

**FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA HIDRATANTE NUTRITIVA A  
PARTIR DEL ZUMO DE PSEUDOTALLO DE BANANO Y  
MACERADO DE LA CÁSCARA DE PIÑA**

**AUTORES:**

**ING. HOWARD JOSÉ MOREIRA MENDOZA, MG.**

**ING. RONALD ENRIQUE BRAVO SOLÓRZANO**

**TUTOR:**

**ING. PABLO ISRAEL GAVILANES LÓPEZ, MG.**

**CALCETA, NOVIEMBRE 2021**

## DERECHOS DE AUTORÍA

HOWARD JOSÉ MOREIRA MENDOZA y RONALD ENRIQUE BRAVO SOLÓRZANO declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, que se han respetado los derechos de autor de terceros, por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido del mismo, así como ante la reclamación de terceros, conforme a los artículos 4, 5 y 6 de la Ley de Propiedad Intelectual.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido en el artículo 46 de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



---

**HOWARD J. MOREIRA MENDOZA**



---

**RONALD E. BRAVO SOLÓRZANO**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**ING. PABLO ISRAEL GAVILANES LÓPEZ, Mg**, Certifica haber tutelado el trabajo de titulación: **FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA HIDRATANTE NUTRITIVA A PARTIR DEL ZUMO DE PSEUDOTALLO DE BANANO Y MACERADO DE LA CÁSCARA DE PIÑA**, que ha sido desarrollada por HOWARD JOSÉ MOREIRA MENDOZA y RONALD ENRIQUE BRAVO SOLÓRZANO previo a la obtención del título de Magister en Agroindustria, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. PABLO I. GAVILANES LÓPEZ, Mg.**

## APROBACIÓN DE TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA HIDRATANTE NUTRITIVA A PARTIR DEL ZUMO DE PSEUDOTALLO DE BANANO Y MACERADO DE LA CÁSCARA DE PIÑA, que ha sido propuesto, desarrollado por **HOWARD JOSÉ MOREIRA MENDOZA** y **RONALD ENRIQUE BRAVO SOLÓRZANO**, previa la obtención del título de Magister en Agroindustria, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

ING. DAVID MOREIRA VERA, Ph.D.

**MIEMBRO**

---

ING. NELSON MENDOZA GANCHOZO, Mg.

**MIEMBRO**

---

ING. ELY SACÓN VERA, Ph.D.

**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios que nos dio las fuerzas necesarias en todo momento de esta etapa académica para poder cumplir nuestras metas.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, por darnos la oportunidad de acogernos para formarnos como excelentes profesionales a través de una educación de calidad y satisfaciendo nuestras exigencias.

A nuestros padres que a pesar de atravesar por duras situaciones económicas a causa de la pandemia y el nivel de desempleo del país siempre nos dieron su apoyo incondicional dándonos palabras de aliento cuando sentíamos que no íbamos a poder concluir con nuestros objetivos trazados.

A nuestro tutor Ing. Pablo Israel Gavilanes López, por brindarnos la ayuda necesaria en cada una de las etapas del proceso investigativo.

A nuestro tribunal, debido a que gracias a sus correcciones y sugerencias en el proceso de titulación se pudo lograr un excelente trabajo final.

**LOS AUTORES**

## **DEDICATORIA**

A Dios, aquel ser supremo en el que confiamos y adoramos, quién además nos bendice e ilumina a caminar por el sendero del bien, dedico también el presente a mi ángel la Sra. Riquilda Macías que desde el cielo me ha dotado de fuerzas para afrontar grandes desafíos a lo largo de mi trayectoria personal y profesional, a mi madre Sra. Marjorie Mendoza, mi hermana Srita. Rosa Candela y mi tío Lic. Nemecio Mendoza, quienes aportaron en mi formación; y, pese a las dificultades presentadas juntos me han levantado y enseñado la importancia de la humildad, ya que esta es la base de toda verdadera grandeza y la clave hacia el éxito.

**HOWARD J. MOREIRA MENDOZA**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta investigación principalmente a Dios y a la virgen santa Gema como parte de mi fe porque gracias a ellos tengo la fuerza de voluntad todos los días para salir adelante a pesar de todas las dificultades presentadas.

A mis padres, Enrique Casimiro Bravo Ibarra y Juana Alicia Solórzano Cusme, por su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida, ayudándome y apoyándome en los momentos de alegrías y dificultades, a mi hermano Anthony Bravo por ser parte de mi vida y brindarme fortaleza y a los demás familiares que estuvieron pendientes de mi formación profesional.

**RONALD E. BRAVO SOLÓRZANO**

## CONTENIDO GENERAL

|  |      |
|--|------|
| DERECHOS DE AUTORÍA.....   | ii   |
| CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....  | iii  |
| APROBACIÓN DE TRIBUNAL.....  | iv   |
| AGRADECIMIENTO .....   | v    |
| DEDICATORIA.....   | vi   |
| RESUMEN .....  | xi   |
| ABSTRACT.....  | xiii |
| CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....  | 1    |
| 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....  | 1    |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN.....  | 3    |
| 1.3. OBJETIVOS.....  | 4    |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....  | 4    |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....   | 4    |
| 1.4. HIPÓTESIS.....  | 4    |
| 1.5. VARIABLES .....   | 5    |
| 1.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....   | 5    |
| 1.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES .....  | 5    |
| PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS.....   | 5    |
| PARÁMETROS NUTRICIONALES .....   | 5    |
| VIDA ÚTIL.....   | 5    |
| CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....   | 6    |
| 2.1. BEBIDA HIDRATANTE .....   | 6    |
| 2.1.1. BENEFICIOS DE UNA BEBIDA HIDRATANTE .....   | 6    |
| 2.2. COMPONENTES NUTRICIONALES DE LOS RESIDUOS VEGETALES<br>ORGÁNICOS .....                          | 7    |
| 2.2.1. PROPIEDADES NUTRICIONALES DEL PSEUDOTALLO DE BANANO ..  | 8    |
| 2.2.2. COMPONENTES NUTRICIONALES DE LA CÁSCARA DE PIÑA .....   | 9    |
| 2.3. EXTRACCIÓN DE LOS COMPONENTES NUTRICIONALES DEL<br>PSEUDOTALLO DE BANANO Y CÁSCARA DE PIÑA..... | 10   |
| 2.4. DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE PRODUCTOS .....  | 11   |
| 2.4.1. DISEÑO DE MEZCLAS .....   | 11   |
| 2.4.2. VIDA ÚTIL DE LAS BEBIDAS.....   | 12   |
| CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....  | 14   |
| 3.1. UBICACIÓN .....   | 14   |



|  |    |
|--|----|
| 3.2. DURACIÓN.....   | 14 |
| 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN.....   | 14 |
| 3.3.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE INTERÉS<br>NUTRICIONALES DEL ZUMO DEL PSEUDOTALLO DE BANANO Y DEL<br>MACERADO DE LA CÁSCARA DE PIÑA ..... | 14 |
| PSEUDOTALLO DE BANANO .....  | 14 |
| LA CÁSCARA DE PIÑA .....   | 15 |
| 3.3.2. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y NUTRICIONALES DE LA BEBIDA<br>HIDRATANTE .....   | 15 |
| 3.3.3. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA BEBIDA<br>HIDRATANTE NUTRITIVA .....  | 15 |
| 3.4. FACTORES EN ESTUDIO.....  | 16 |
| 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....  | 16 |
| 3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL.....  | 17 |
| 3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO .....  | 17 |
| 3.7.1. PREPARACIÓN DEL PSEUDOTALLO DE BANANO.....  | 17 |
| 3.7.2. PREPARACIÓN DE LA CÁSCARA DE PIÑA .....   | 18 |
| 3.7.3. PREPARACIÓN DE LA BEBIDA.....   | 18 |
| 3.7.4. DIAGRAMA DE PROCESO DE LA BEBIDA HIDRATANTE .....   | 19 |
| 3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....  | 20 |
| 3.9. VARIABLES A MEDIR .....   | 20 |
| 3.9.1. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS .....   | 20 |
| 3.9.2. ANÁLISIS NUTRICIONALES.....   | 20 |
| 3.9.3. ESTUDIO DE VIDA ÚTIL .....  | 20 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....  | 21 |
| 4.1. CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DEL ZUMO DEL PSEUDOTALLO<br>DEL BANANO.....   | 21 |
| 4.2. CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DEL MACERADO DE LA CÁSCARA<br>DE PIÑA.....  | 21 |
| 4.3. OPTIMIZACIÓN DE LA BEBIDA HIDRATANTE NUTRITIVA A LOS<br>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y NUTRICIONALES.....  | 22 |
| 4.3.1. Ph.....   | 22 |
| 4.3.2. ACIDEZ.....   | 25 |
| 4.3.3. SÓLIDOS SOLUBLES (°BRUX) .....  | 27 |
| 4.3.4. PROTEÍNA.....   | 29 |
| 4.3.5. FIBRA .....   | 31 |
| 4.3.6. SODIO .....   | 34 |
| 4.3.7. POTASIO .....   | 36 |
| 4.3 EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA BEBIDA HIDRATANTE   |    |

|   |    |
|---|----|
| NUTRITIVA DEL ZUMO DE PSEUDOTALLO DE BANANO Y DEL MACERADO DE CÁSCARA DE PIÑA ..... | 38 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                                     | 40 |
| 5.1. CONCLUSIONES .....   | 40 |
| 5.2. RECOMENDACIONES .....  | 40 |
| BIBLIOGRAFÍA .....  | 41 |
| ANEXOS .....  | 46 |

## CONTENIDO DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Composición próxima de la savia del pseudotallo de banano.....      | 9  |
| <b>Tabla 2.</b> Minerales del savia del pseudotallo de banano y cloruro.....        | 9  |
| <b>Tabla 3.</b> Componentes de la mezcla .....                                      | 17 |
| <b>Tabla 4.</b> Números de mezclas creadas mediante el diseño Simplex-Centroide ... | 17 |
| <b>Tabla 5.</b> Parámetros nutricionales del zumo del pseudotallo de banano .....   | 21 |
| <b>Tabla 6.</b> Parámetros nutricionales del macerado de cáscara de piña.....       | 22 |
| <b>Tabla 7.</b> Efectos Estimados del Modelo Completo para pH.....                  | 22 |
| <b>Tabla 8.</b> Anova Ajustado al Modelo Lineal para pH .....                       | 23 |
| <b>Tabla 9.</b> Resultados de Ajuste de Modelo Lineal para pH .....                 | 23 |
| <b>Tabla 10.</b> Efectos Estimados del Modelo Completo para Acidez.....             | 25 |
| <b>Tabla 11.</b> Lineal Resultados de Ajuste de Modelo para acidez.....             | 25 |
| <b>Tabla 12.</b> Lineal Resultados de Ajuste de Modelo para acidez.....             | 25 |
| <b>Tabla 13.</b> Efectos Estimados del Modelo Completo para Brix .....              | 27 |
| <b>Tabla 14.</b> Anova Ajustado al Modelo Lineal para Brix .....                    | 27 |
| <b>Tabla 15.</b> Resultados de Ajuste de Modelo Lineal para grados brix .....       | 27 |
| <b>Tabla 16.</b> Efectos Estimados del Modelo Completo para proteína .....          | 29 |
| <b>Tabla 17.</b> Anova ajustado al Modelo Lineal para Proteína.....                 | 29 |
| <b>Tabla 18.</b> Lineal Resultados de Ajuste de Modelo para Proteína .....          | 30 |
| <b>Tabla 19.</b> Efectos Estimados del Modelo Completo para fibra.....              | 31 |
| <b>Tabla 20.</b> Anova ajustado al Modelo Lineal para fibra .....                   | 32 |
| <b>Tabla 21.</b> Lineal Resultados de Ajuste de Modelo para fibra .....             | 32 |
| <b>Tabla 22.</b> Efectos Estimados del Modelo Completo para sodio.....              | 34 |
| <b>Tabla 23.</b> Anova ajustado al Modelo Lineal para sodio.....                    | 34 |
| <b>Tabla 24.</b> Lineal Resultados de Ajuste de Modelo para sodio .....             | 34 |
| <b>Tabla 25.</b> Efectos Estimados del Modelo Completo para potasio .....           | 36 |
| <b>Tabla 26.</b> Anova Ajustado al Modelo Lineal para potasio .....                 | 36 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 27.</b> Lineal Resultados de Ajuste de Modelo para potasio ..... | 37 |
|---|----|

## **CONTENIDO DE FIGURAS**

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Diseño de mezclas Simplex-Centroide con 3 componentes.....   | 12 |
| <b>Figura 2.</b> Diagrama de proceso de la bebida hidratante nutritiva a partir del zumo de pseudotallo de banano y macerado de cáscara de piña ..... | 19 |
| <b>Figura 3.</b> Superficie de respuesta estimada para pH.....  | 23 |
| <b>Figura 4.</b> Contorno de la superficie de respuesta estimada para pH.....   | 24 |
| <b>Figura 5.</b> Superficie de respuesta estimada para acidez.....  | 26 |
| <b>Figura 6.</b> Contorno de la superficie de respuesta estimada para acidez .....  | 26 |
| <b>Figura 7.</b> Superficie de respuesta estimada para los grados brix .....  | 28 |
| <b>Figura 8.</b> Contorno de la superficie de respuesta estimada para los grados brix .   | 28 |
| <b>Figura 9.</b> Superficie de respuesta estimada para proteína .....   | 30 |
| <b>Figura 10.</b> Contorno de la superficie de respuesta estimada para proteína .....   | 30 |
| <b>Figura 11.</b> Superficie de respuesta estimada para fibra .....   | 32 |
| <b>Figura 12.</b> Contorno de la superficie de respuesta estimada para fibra .....  | 33 |
| <b>Figura 13.</b> Superficie de respuesta estimada para sodio.....  | 35 |
| <b>Figura 14.</b> Contorno de la superficie de respuesta estimada para sodio .....  | 35 |
| <b>Figura 15.</b> Superficie de respuesta estimada para potasio.....  | 37 |
| <b>Figura 16.</b> Contorno de la superficie de respuesta estimada para potasio .....  | 37 |
| <b>Figura 17.</b> Comportamiento de la acidez a temperatura de 4°C durante los 24 días .....  | 39 |

## 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, iniciándose por caracterizarse estos residuos, encontrándose en el pseudotallo de banano valores de 86.6 mg/100 g de sodio, 280.60 mg/100 g de potasio y 2.40 % de proteína; para la cáscara de piña 2.94 % de fibra cruda y 4.28 % de proteína, así mismo se procedió a establecer las cantidades óptimas de los componentes mediante análisis fisicoquímicos y nutricionales de la bebida, para ello se aplicó 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, 0.4758 de zumo de pseudotallo de banano, 0.3242 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; y, por último se determinó el tiempo de vida útil, donde se evidenció que durante los 24 días de almacenamiento a 4°C el producto se encontró en óptimas condiciones para acidez, mientras que mohos y levaduras se mantuvieron por debajo de los límites permitidos.

**Palabras clave:** Bebida hidratante, pseudotallo de banano, diseño de mezclas.

## ABSTRACT

The purpose of the present investigation was to formulate a nutritious hydrating drink from the juice of banana pseudostem and pineapple peel macerate, beginning by characterizing these residues, finding values in the banana pseudostem of 86.6 mg/100 g of sodium, 280.60 mg/100 g of potassium and 2.40 % protein; for the pineapple peel 2.94 % of crude fiber and 4.28 % of protein, likewise, the optimal quantities of the components were established through physicochemical and nutritional analysis of the drink, for this a Simplex-Centroid mixture design was applied 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 were obtained as optimal mixture proportions, 0.4758 of banana pseudostem juice, 0.3242 of pineapple peel macerate and 0.2 of water giving values of 5.25 pH, 0.47 % acidity, 13.62 % brix, 2.52 % protein, 6.04 % fiber, 41.59 mg/100 g of sodium and 168.25 mg/100 g of potassium; and, finally, the shelf life was determined, where it was evidenced that during the 24 days of storage at 4°C the product was found in optimal conditions for acidity, while molds and yeasts remained below the permitted limits.

**KEYWORDS:** Hydrating drink, banana pseudostem, mix design.

# **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

## **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Spatafora y Tringali (2012) señalan que, existe un creciente interés en el reciclaje de biomasa de origen agroindustrial, debido a que pueden ser una fuente de productos de alto valor agregado potencialmente útiles como componentes alimenticios beneficiosos, saborizantes y antioxidantes de alimentos, cosméticos, agentes quimiopreventivos, medicamentos o adyuvantes de medicamentos.

Según Baiano (2014) los componentes potencialmente comercializables presentes en los residuos agrícolas y los coproductos deben separarse de la matriz mediante enfoques combinados (bioquímicos, químicos y físicos) para la extracción y modificación selectivas de los componentes seleccionados y transformarse en productos alimenticios o aditivos de mayor valor, las operaciones antes mencionadas deben realizarse evitando riesgos microbiológicos y asegurando que los productos finales se efectúen con las regulaciones alimentarias existentes y cumplan con el gusto del consumidor.

Los residuos orgánicos como el pseudotallo de banano y la cáscara de piña, tienen una clara evidencia de contaminación en razón de que va directamente a la basura provocando olores nauseabundos debido a su descomposición por factores como; el tiempo, humedad, luz, y entre otros, sin tomar en consideración los grandes aportes nutricionales, tales como; proteínas, fibra, sodio y potasio, provenientes de los residuos antes mencionados, pudiendo ser estos utilizados con múltiples propósitos toda vez que pueda ser alcanzado con éxito para lograr la obtención de alimentos con alto valor nutritivo, dándole beneficios directa e indirectamente al consumidor final.

Jun (2015) informa que, 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, mientras que el consumo del pseudotallo del banano como alimento en otros países es raro, en algunos estudios se afirma que el pseudotallo del banano es rico en minerales y nutrientes, especialmente fibra dietética.

De modo similar en una investigación realizada por Feriotti y Iguti (2012) afirman que, 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, señalando que el contenido de pesticidas estaba por debajo del máximo que se considera seguro y bajo el punto de vista microbiológico, indican que el tratamiento térmico a 85°C durante 5 minutos son suficientes para eliminar todas las bacterias y conservar sus propiedades, lo que garantiza la seguridad para el consumo humano.

Sah et al. (2016) indican que, 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. Así mismo, Fonseca et al. (2011) señalan que, 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.

En el Ecuador éstos subproductos están ampliamente disponibles, debido a su alta gama de producción que exporta por su calidad nutricional, organoléptica y entre otras, contando con grandes hectáreas para su cultivo, recalcando que, en Manabí la mayor parte de su población surge del sector agrícola, produciendo y comercializando materias primas de cualquier índole; sin embargo, no son realmente aprovechados, ya que por lo general lo desechan sin conocer los grandes y aportes que generan el pseudotallo de banano y la cáscara de piña orgánicos.

Por lo antes mencionado en la presente investigación se plantea la siguiente interrogante:

¿Qué proporción de zumo de pseudotallos de banano y macerado de cáscaras de piña permiten obtener una bebida hidratante y nutritiva?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

Dikmen y Filazi (2016) mencionan que, 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, actualmente se comercializan bebidas isotónicas hidratantes con incorporación de ciertos componentes nutricionales. 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.

Para Meyer et al. (2007) una bebida isotónica o hidratante debe contener agua, solución de carbohidratos del 4 al 8 %, sodio, potasio y proteínas (como aminoácidos de cadena ramificada), así como posiblemente hierbas o cafeína. Por otra parte Lukpanovna y Afsun (2020) manifiestan que 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.

Para conseguir el resultado deseado se caracterizarán los elementos de interés nutricional de los residuos del pseudotallo de banano y cáscara de piña para su incorporación en la bebida, además se establecerán las dosis óptimas del pseudotallo de banano y cáscara de piña para maximizar los valores nutricionales de la bebida hidratante mediante el diseño de mezclas, para obtener la mejor mezcla de la relación pseudotallo de banano, cáscara de piña orgánicos y agua en base a los parámetros fisicoquímicos y nutricionales.

Posteriormente conociendo que, los desechos en sí tienen poca durabilidad ya que conlleva a la contaminación debido al mal olor que provocan debido al pasar de los días, se realizará el análisis de acidez total y de mohos y levaduras, basados al igual en la normativa anterior, cuyos resultados mediante la ecuación matemática establecida por Labuza, 1982, permiten conocer su durabilidad mediante 24 días.



Desde el punto de vista nutricional los ingredientes a utilizar son ricos en fibra, minerales y proteínas por lo que contribuye a mejorar la digestión del ser humano aportando un sabor agradable para su consumo y que puede ser preservado por un tiempo prudencial sin que se degrade, pierda su sabor o sus valores nutricionales, finalmente, se vio la necesidad de aprovechar al máximo los residuos del tallo de banano variedad Cavendish proveniente de bananera Dole de la Estancilla y de la cáscara de piña variedad Perolera de la finca san Lorenzo del cantón Chone, ambos orgánicos.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Formular una bebida hidratante nutritiva a partir del zumo de pseudotallo de banano y del macerado de cáscara de piña.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar los elementos de interés nutricional del zumo de pseudotallo de banano y del macerado de cáscara de piña.
- Establecer las cantidades óptimas del zumo de pseudotallo de banano y del macerado de cáscara de piña mediante análisis fisicoquímicos y nutricionales de la bebida hidratante.
- Determinar el tiempo de vida útil de la bebida hidratante nutritiva a partir del zumo de pseudotallo de banano y del macerado de cáscara de piña.

### **1.4. HIPÓTESIS**

Los residuos orgánicos del pseudotallo de banano y cáscara de piña aportan propiedades nutricionales óptimas a la bebida hidratante.

## **1.5. VARIABLES**

### **1.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Mezcla (componente del zumo de pseudotallo de banano, componente del macerado de la cáscara de piña y componente de agua).

### **1.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES**

#### **PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS**

- pH
- Acidez
- Brix

#### **PARÁMETROS NUTRICIONALES**

- Proteína
- Fibra
- Sodio
- Potasio

#### **VIDA ÚTIL**

- Desarrollo de acidez total
- Conteo de mohos y levaduras.

## **CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. BEBIDA HIDRATANTE**

Ruíz (2020) señala que, las bebidas isotónicas o hidratante son preparados que favorecen la hidratación y reposición de electrolitos del organismo ante pérdidas importantes, debido a que contienen una cantidad de agua, hidratos de carbono y minerales adecuada para este fin, las bebidas isotónicas se denominan así porque contienen una cantidad de elementos (azúcares y minerales) disueltos en el agua similar a la que encontramos en la sangre, este es el principal beneficio de estos líquidos, ya que en el intestino se absorben enseguida y pasan a la sangre de forma bastante rápida, mejorando la hidratación y manteniendo la funcionalidad digestiva.

Guo (2009) señala que, estas bebidas pueden estar diseñadas para consumirse antes, durante y después del ejercicio, idealmente, deben tener buen sabor y proporcionar todos los nutrientes, electrolitos y líquidos necesarios que se pierden durante el ejercicio para rehidratar el cuerpo y mejorar el rendimiento.

Sánchez y Valero (2017) señalan que, las bebidas isotónicas están destinadas a ser consumidas principalmente, por la población deportista, permitiéndoles mantener una concentración de glucosa en sangre adecuada, retrasando así el agotamiento de las reservas de glucógeno muscular y hepático; reponer electrolitos (sobre todo el sodio que es el que más se pierde por el sudor y el potasio, que aún no se ha consensuado si su aporte es realmente necesario o no) ya que esto mejora la absorción de líquidos, estimula la sed, favorece la retención de líquidos y mejora el sabor de la bebida; y evita la deshidratación.

#### **2.1.1. BENEFICIOS DE UNA BEBIDA HIDRATANTE**

Espinoza (2018) establece que, en el caso de las bebidas isotónicas estas se caracterizan por tener una concentración de electrolitos parecido al plasma, aportan fluidos para satisfacer la sed, mantener el equilibrio térmico y prevenir la deshidratación; sodio y potasio para mantener el equilibrio orgánico entre líquidos y electrolitos y aporta sacarosa y glucosa para reponer la energía y recuperar el movimiento de los músculos.

Chatterjee y Abraham (2019) mencionan que, las bebidas deportivas hidratantes se refieren a aquellas bebidas que contienen una cantidad similar de carbohidratos y electrolitos en comparación con el cuerpo humano, el objetivo predominante de las bebidas isotónicas para deportistas es recuperar el agua, los azúcares y las sales que se pierden durante la actividad física, la presencia de electrolitos y carbohidratos en la bebida mantiene el contenido de glucógeno del cuerpo.

## **2.2. COMPONENTES NUTRICIONALES DE LOS RESIDUOS VEGETALES ORGÁNICOS**

Santana et al. (2012) manifiestan que, los residuos agroindustriales pueden causar problemas de contaminación no se manejan adecuadamente, para ello una utilización más eficiente de los residuos agrícolas para producir una serie de recursos de valor agregado es muy atractiva para garantizar procesos de producción sostenibles y más limpios que sean económicamente viables, la recuperación implica el uso de los residuos agrícolas como materias primas, ya sea directamente, convertidas a través de una gama de procesos (físicos, químicos y bioquímicos).

Sagar et al. (2018) mencionan que, los residuos vegetales son una rica fuente de compuestos nutricionales potencialmente valiosos, los subproductos de estas actividades 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.

Vodnar et al. (2019) indican que, 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 son ricos en compuestos bioactivos y, por tanto, pueden mejorarse e incorporarse para elaborar productos funcionales.

Ramírez et al. (2017) dan a conocer que, los residuos orgánicos son pérdidas y desperdicios de alimentos (PDA) que se generan en todos los eslabones de la

cadena alimentaria, en el campo, industrias de transformación, distribución, comedores escolares, restaurantes y hogares, las causas de los PDA varían según el tipo de producción, almacenamiento, transporte y envasado, que sumado a los malos hábitos y falta de concientización de los consumidores, incrementan el problema social y ambiental.

Jara (2016) menciona que, en Ecuador se produce una elevada cantidad de residuos procedentes de la agroindustria: florícola, hortícola, maderera y avícola (aves de corral), las industrias de producción vegetal generan una elevada cantidad de residuos tales como tallos, hojas, frutos con calidad no comercial, etc., como resultado de las operaciones de poda, corte, clasificación y renovación de cultivos durante la cosecha y poscosecha, esta situación conlleva a un manejo inadecuado de los residuos con las consecuencias ambientales asociadas.

### **2.2.1. PROPIEDADES NUTRICIONALES DEL PSEUDOTALLO DE BANANO**

López y Montaña (2014) indican que, se han realizado estudios sobre la capacidad antioxidante del pseudotallo y rizoma de la platanera específicamente en la elaboración de bebidas a partir de ellos, en los cuales se pudo comprobar por diferentes métodos analíticos (Fenoles totales y DPPH) que estos dos subproductos de la platanera pueden ser ocupados para generar nuevas bebidas funcionales, el pseudotallo y la cáscara, los nutrientes son; proteínas, lípidos, fibra y compuestos con capacidad antioxidante, estos desechos bien pueden ser utilizados para fortificar alimentos o crear nuevos con el fin de aumentar su disponibilidad.

La tabla 1 y 2 muestran los resultados de la investigación realizada por Feriotti e Iguti (2012) en base al pseudotallo de banano, donde lograron determinar que contiene; sólidos totales, proteínas, lípidos, azúcares totales, cenizas, potasio, calcio, magnesio y cloruro.

**Tabla 1.**

Composición Próxima de la Savia del Pseudotallo de Banano.

| COMPONENTES      | CONTENIDO (%) |
|------------------|---------------|
| Sólidos totales  | 0.308         |
| Proteína         | 0.0141        |
| Lípido           | 0.005         |
| Azúcares totales | 0.191         |
| Ceniza           | 0.104         |

Fuente: Feriotti y Iguti (2012).

**Tabla 2.**

Minerales de savia del Pseudotallo de Banano y Cloruro.

| COMPONENTES | CONTENIDO (mg.L <sup>-1</sup> ) |
|-------------|---------------------------------|
| Sodio       | 88                              |
| Potasio     | 874                             |
| Calcio      | 130                             |
| Magnesio    | 116                             |
| Cloruro     | 357.8                           |

Fuente: Feriotti y Iguti (2012).

Shiva et al. (2018) manifiestan que, el zumo del pseudotallo de plátano también contiene una gran cantidad de calcio, potasio, sodio, magnesio y cloruros; todos ellos son esenciales para mantener el equilibrio de líquidos y electrolitos corporales, además, en muchas partes de la India, el pseudotallo del banano se ha utilizado como alimento, el zumo del pseudotallo de banano podría utilizarse como materia prima en la preparación de bebidas isotónicas.

Sharma et al. (2017) indican que, mediante un proceso investigativo sobre el bioproceso del jugo de pseudotallo de banano, contenía glucooligosacáridos prebióticos 5 g.L<sup>-1</sup> y D-alulosa 7 g.L<sup>-1</sup>, por lo tanto, el estudio representa un bioproceso simple e innovador para la transformación del extracto de pseudotallo de banano en un jugo funcional que posee biomoléculas de alto valor que incluyen múltiples.

### 2.2.2. COMPONENTES NUTRICIONALES DE LA CÁSCARA DE PIÑA

Brito et al. (2020) destacan que, la piña (*Ananas comosus*) es una de las principales frutas sometidas a un procesamiento mínimo que se comercializa en países tropicales, como Brasil, pero también en todo el mundo, así mismo señala que la

cáscara de piña representa aproximadamente el 57 % del subproducto total y presenta un alto contenido en fibras dietéticas, compuestos fenólicos y una alta capacidad antioxidante.

Rasgado et al. (2016) señalan que, se aprovecharon los residuos de piña, para la obtención de fibra dietética por métodos químicos y físicos. La fibra obtenida por ambos métodos presentó propiedades funcionales que pueden ser de utilidad para el desarrollo de un alimento funcional. Así mismo Sah et al. (2016) mencionan que la cáscara de piña es una buena fuente de fibra dietética, proteínas y minerales.

Kumalasari et al. (2016) destacan que, a través de una investigación sobre la cáscara de piña, la cual se puede utilizar como medio de fermentación para la producción de celulosa triturada utilizada como base material de bebida funcional de fibra dietética resultando en un 14.15 % de rendimiento del producto y 6.96 % de contenido de fibra.

### **2.3. EXTRACCIÓN DE LOS COMPONENTES NUTRICIONALES DEL PSEUDOTALLO DE BANANO Y CÁSCARA DE PIÑA**

Sharma et al. (2017) destacan que, en su investigación para la extracción de los componentes nutricionales, se inició por el lavado del pseudotallo con agua y luego se cortó en piezas verticales de 40 cm de largo con chopper, el jugo se extrajo con extractor de jugo mecánico a temperatura ambiente, las partículas insolubles se eliminaron por centrifugación para 10 min a 6000 rpm, el filtrado fue adicionalmente concentrado como retenido usando una tela de quesería, el jugo de pseudotallo de plátano filtrado/concentrado, fueron esterilizados por calentamiento a 90°C durante 10 min en un baño de agua, y se utilizó como materia prima para la elaboración de un jugo funcional.

Saraswaty et al. (2017) afirman que, a través de una investigación donde maceraron 10 g de cáscara de piña en 100 mL de etanol:agua a varias concentraciones (0: 100, 15:85, 35:65, 55:45, 75:25 y 100: 0 durante 24 horas a temperatura ambiente), el jugo obtenido se procedió a filtrar, posteriormente se lo colocó en un evaporador rotatorio de vacío; mientras que, el rendimiento de la extracción se determinó como porcentaje de extracto concentrado en comparación con el peso de la muestra antes de la extracción.

## **2.4. DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE PRODUCTOS**

Kung et al. (2013) manifiestan que, en la formulación o proceso de producción de productos alimenticios es necesario analizar la influencia de más de una variable en su obtención, para ello se recurre a la metodología de superficie respuesta como herramienta para la optimización de las variables anteriormente citadas.

Para Montgomery (2006) citado por Cevallos y Raez (2015) el diseño de superficie de respuesta, sirve para investigar los efectos de los factores controlables y no controlables sobre una o más respuestas de interés; el objetivo es determinar el conjunto óptimo de valores de los factores controlables de tal forma que se alcancen las características de calidad deseadas con el mínimo de variación.

### **2.4.1. DISEÑO DE MEZCLAS**

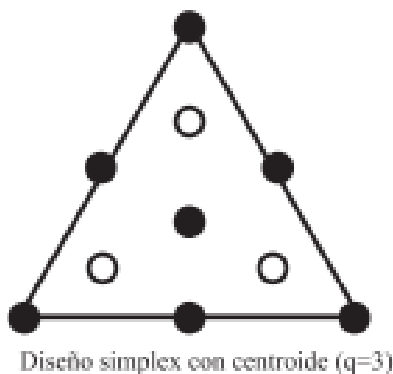
Zamora et al. (2005) indican que, el problema de la formulación de mezclas ha sido tradicionalmente abordado por el método de ensayo y error, que consiste en formular mezclas donde las proporciones de los materiales utilizados se establecen de manera arbitraria y se selecciona aquella mezcla que mejora las propiedades de interés, sin ser necesariamente la óptima, ya que no se exploran todas las combinaciones posibles de los componentes.

Ortega et al. (2015) señalan que, los diseños de experimentos con mezclas distribuyen adecuadamente las mezclas en la región experimental, la cual se representa con figuras geométricas de componentes cuando los componentes de la mezcla pueden variar entre 0 y 1, así para dos componentes la región experimental es un segmento de recta, para tres un triángulo, para cuatro un tetraedro y para más de cuatro un hipertetraedro, este tipo de diseños ha sido utilizado en la optimización de formulaciones de alimentos entre otros, obteniéndose excelentes resultados (Figura 1).



**Figura 1**

*Diseño de mezclas simplex-centroide con 3 componentes.*



Fuente: Ortega et al. (2015).

Para Mukherjee et al. (2020) un diseño de mezclas simplex-centroide consiste en que todos los puntos son mezclas ponderadas por igual de los componentes individuales, el modelo analiza las interacciones binarias para cuantificar los impactos de los sistemas multicomponente.

#### **2.4.2. VIDA ÚTIL DE LAS BEBIDAS**

McMeekin et al. (2008) señalan que, en el pasado era poco probable que ocurriera la asociación de jugos de frutas con brotes de enfermedades transmitidas por alimentos, principalmente debido a sus bajos valores de pH ( $\text{pH} < 4.5$ ); sin embargo, Lima et al. (2009) manifiestan que, la aparición de brotes principalmente desde la década de 1980, dio como resultado que se prestara más atención a los jugos de frutas ácidos, que estaban además implicados en brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos.

De acuerdo al autor antes mencionado, los microorganismos presentes en el procesamiento de un jugo de fruta específico dependerá de los métodos utilizados para su conservación (pasteurización, concentración y congelación, deshidratación, procesamiento a alta presión, etc.), las condiciones de almacenamiento (refrigeración, congelación, estabilidad en almacenamiento, etc.) y las previstas uso del producto por parte del consumidor o de la industria (si se va a utilizar como ingrediente alimentario).

Graumlich et al. (1986) señalan que, con respecto a los microorganismos que deterioran el jugo de frutas, a lo largo de los años, se ha informado que 3 grupos

(bacterias acidúricas, mohos y levaduras) son los más importantes, ya que son tolerantes a los ácidos.

Por otra parte Battey et al. (2002) aseveran que, las características físico-químicas y compuestas de los jugos hacen que estos productos sean susceptibles al deterioro microbiano, que permiten el crecimiento de grupos microbianos específicos, como bacterias del ácido acético y láctico, mohos y levaduras.

González et al. (2016) mencionan que, una herramienta para predecir los cambios que inducen al deterioro y determinan la vida de anaquel en alimentos procesados es la aplicación de modelos cinéticos de deterioros, estos modelos se basan en la cinética de las reacciones químicas; sin embargo, hay que considerar que un alimento es un sistema complejo en el que ocurren diferentes tipos de reacciones, por ello la modelación en este caso se aplica, no a un reactante o componente particular del alimento, sino a una característica de calidad que refleja dichas reacciones.

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN**

La presente investigación se realizó en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ubicada en el sitio el Limón a 2 Km de la ciudad de Calceta, con coordenadas geográficas de Latitud 49°35.25´S y Longitud de 80°11´10.54´W, donde se utilizó el laboratorio de bromatología de Agroindustria para la extracción del macerado de cáscara de piña, el taller de frutas y hortalizas para la extracción del zumo del pseudotallo de banano y la elaboración de la bebida, además los análisis fisicoquímicos, nutricionales y microbiológicos se realizaron en Seidilaboratory CIA. LTDA de latitud: -0.12398199076016216, longitud: -78.48113270775403, 0° 13' 31" Sur, 78° 31' 29" Oeste de la ciudad de Quito, basados en los requerimientos de las normativas.

### **3.2. DURACIÓN**

La investigación tuvo una duración de 6 meses, ejecutándose en dos fases: la primera comprendió la caracterización de los extractos del macerado de la cáscara de piña y el zumo de banano, ambos orgánicos; luego como segunda fase se elaboró la bebida hidratante nutritiva donde después se realizaron los análisis a establecer basados en normativas.

### **3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN**

#### **3.3.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE INTERÉS NUTRICIONALES DEL ZUMO DEL PSEUDOTALLO DE BANANO Y DEL MACERADO DE LA CÁSCARA DE PIÑA**

##### **PSEUDOTALLO DE BANANO**

- Extracción mecánica del zumo del pseudotallo de banano se llevó a cabo de acuerdo al protocolo propuesto en la investigación de Sharma et al. (2017).
- Análisis de proteína mediante el método de Dumas.
- Análisis de sodio mediante el método SEIN-MINI (AOAC 99.11).

- Análisis de potasio mediante la absorción atómica.

## **LA CÁSCARA DE PIÑA**

- El macerado de la cáscara de piña se obtuvo mediante la técnica de maceración establecida en la investigación de Saraswaty et al. (2017).
- Análisis de fibra mediante el método AOAC 930.09.
- Análisis de proteína mediante método de Dumas.

### **3.3.2. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y NUTRICIONALES DE LA BEBIDA HIDRATANTE**

- Elaboración de la bebida mediante normativa NTE INEN 2337:2008.
- Análisis de pH mediante la NTE INEN 389.
- Análisis de acidez mediante el método de titulación NTE INEN 13.
- Análisis de brix mediante el método de refractometría.
- Análisis de proteína mediante el método de dumas.
- Análisis de fibra mediante el método AOAC 930.09.
- Análisis de sodio mediante SEIN-MINI (AOAC 99.11).
- Análisis de potasio mediante absorción atómica.

### **3.3.3. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA BEBIDA HIDRATANTE NUTRITIVA**

Se realizaron análisis a la bebida hidratante nutritiva de acidez total mediante normativa del método de titulación NTE INEN 13 y de mohos y levaduras mediante normativa NTE INEN 1529-10, para ello se tomaron las muestras cada tres días durante 21 días, aplicando la ecuación de Labuza (1982).

En términos generales, la pérdida de calidad de los alimentos se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{dA}{dt} = kA^n \text{ Ec.}[3.1]$$

En donde:

A = es la variable de calidad bajo estudio

$t$  = el tiempo,

$K$  = constante dependiente de la temperatura y la actividad del agua ( $A_w$ )

$n$  = es el orden de reacción, que define si la tasa de cambio de  $A$  en el tiempo depende o no de la cantidad de  $A$  presente. Si la ecuación se refiere a pérdidas lleva un signo negativo, pero si por el contrario expresa la aparición de productos no deseados es positiva.

Integrando la Ec. 3.1 y despejando el tiempo ( $t$ ) sería.

$$t = \frac{A^{(1-n)}}{K(1-n)} \quad \text{Ec. [3.2]}$$

### 3.4. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores de estudio constituyeron los componentes principales que conforman una mezcla de una bebida hidratante nutritiva. Los componentes fueron los siguientes:

- Zumos de pseudotallo de banano.
- Macerado de la cáscara de piña.
- Agua.

### 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se creó un diseño de mezclas Simplex-Centroide el cual estudió los efectos de 3 componentes (Tabla 3) 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 (Tabla 4).

**Tabla 3***Componentes de la Mezcla.*

| <b>Componentes</b>    | <b>Bajo</b> | <b>Alto</b> |
|-----------------------|-------------|-------------|
| Pseudotallo de banano | 0.3         | 0.5         |
| Cáscara de piña       | 0.3         | 0.5         |
| Agua                  | 0.2         | 0.4         |

**Tabla 4***Números de Mezclas Creadas Mediante el Diseño Simplex-Centroide.*

| <b>Corridas</b> | <b>Zumo del pseudotallo de banano</b> | <b>macerado de cáscara de piña</b> | <b>% Agua</b> |
|-----------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------|
| 1               | 0.5                                   | 0.3                                | 0.2           |
| 2               | 0.366667                              | 0.366667                           | 0.266667      |
| 3               | 0.3                                   | 0.3                                | 0.4           |
| 4               | 0.333333                              | 0.333333                           | 0.333333      |
| 5               | 0.4                                   | 0.3                                | 0.3           |
| 6               | 0.3                                   | 0.5                                | 0.2           |
| 7               | 0.4                                   | 0.4                                | 0.2           |
| 8               | 0.333333                              | 0.433333                           | 0.233333      |
| 9               | 0.433333                              | 0.333333                           | 0.233333      |
| 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           |

### **3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL**

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 tuvo, sorbato de potasio 0.05 % y goma Xanthan al 0.07 %.

### **3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

#### **3.7.1. PREPARACIÓN DEL PSEUDOTALLO DE BANANO**

El pseudotallo obtenido de la bananera Dole se lavó 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.

### 3.7.2. PREPARACIÓN DE LA CÁSCARA DE PIÑA

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

### 3.7.3. 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) hasta obtener disolución completa.

**PASTEURIZACIÓN:** La bebida se pasteurizó a 65°C durante 30 minutos, 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.

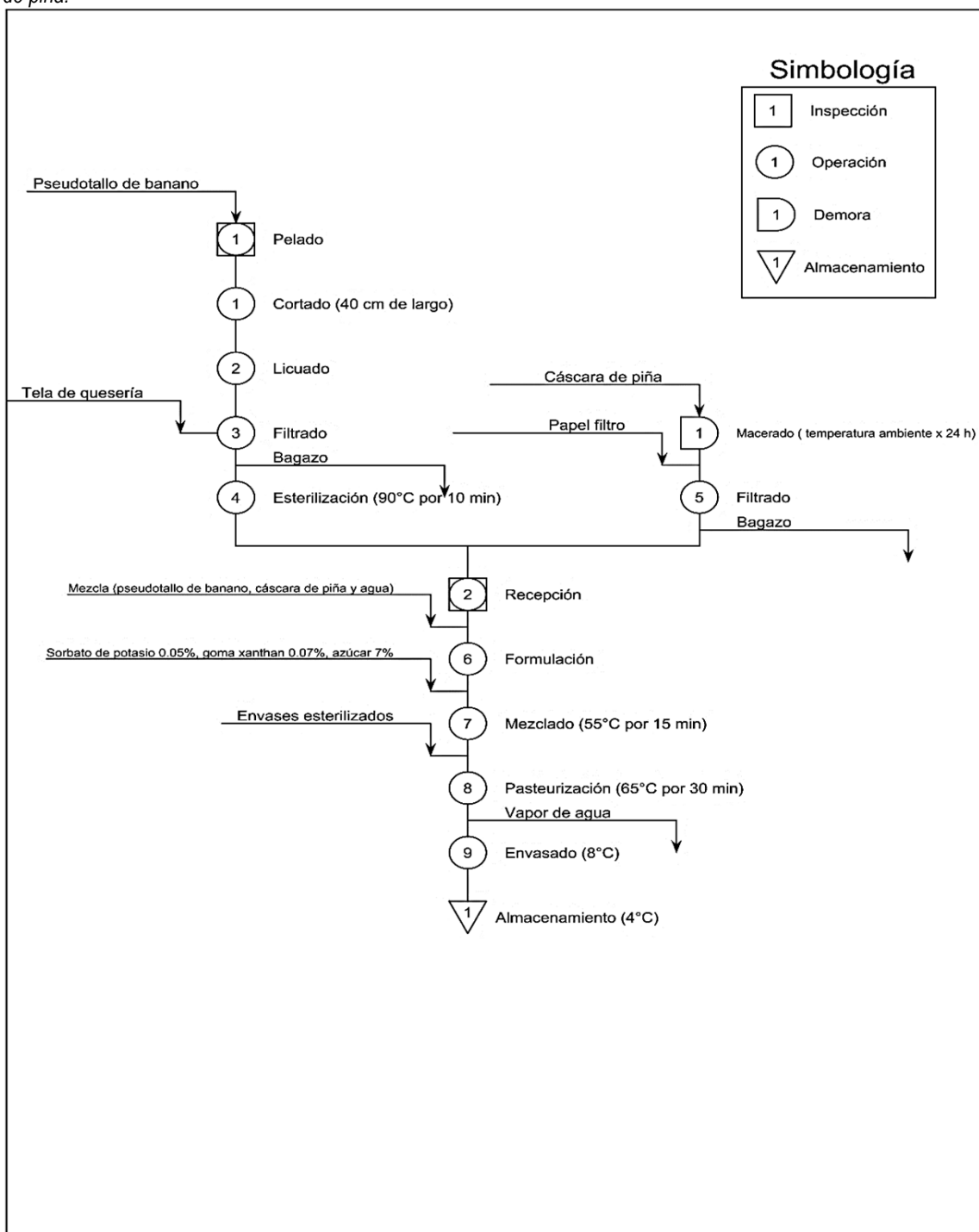
**ENVASADO:** En esta etapa se disolvió el conservante (sorbato de potasio) en la bebida pasteurizada y se procedió a llenar los envases de vidrios de 450 mL, que fueron previamente esterilizados, para asegurar la inocuidad y prolongar la vida útil.

**ALMACENAMIENTO:** El producto se almacenó a una temperatura de refrigeración 4°C durante 21 días en la cual se evaluó su estabilidad.

### 3.7.4. DIAGRAMA DE PROCESO DE LA BEBIDA HIDRATANTE

Figura 2

Diagrama de proceso de la bebida hidratante nutritiva a partir del zumo de pseudotallo de banano y macerado de cáscara de piña.





### **3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

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, además se utilizó el programa Minitab 18 para obtener la formulación adecuada que permitió optimizar en conjunto todos los valores.

### **3.9. VARIABLES A MEDIR**

La toma de muestra del zumo de pseudotallo de banano, del macerado de la cáscara de piña y de la bebida hidratante se realizaron 72 horas posterior a la extracción, en lo correspondiente a la vida útil se realizó mediante 24 días.

#### **3.9.1. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS**

- pH
- Acidez
- Brix

#### **3.9.2. ANÁLISIS NUTRICIONALES**

- Proteína
- Fibra
- Sodio
- Potasio

#### **3.9.3. ESTUDIO DE VIDA ÚTIL**

- Desarrollo de acidez total
- Conteo de mohos y levaduras

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DEL ZUMO DEL PSEUDOTALLO DEL BANANO

Para la extracción del zumo del pseudotallo de banano se empleó el método de extracción mecánica descrito en la investigación de Sharma et al. (2017) (Anexos 1A y 1B), permitiendo obtener los mayores valores de los componentes de interés nutricional como se muestra en tabla 5 y anexo 3.

**Tabla 5**

*Parámetros Nutricionales del Zumo del Pseudotallo de Banano.*

| Parámetros nutricionales del zumo del pseudotallo de banano |                 |
|---|-----------------|
| Parámetros  | Valores         |
| Sodio   | 86.6 mg/100 g   |
| Potasio   | 280.60 mg/100 g |
| Proteína  | 2.40 %          |

Los valores encontrados para sodio en el zumo de pseudotallo de banano, son cercanos a la investigación realizada por Maskey et al. (2020) en la cual se realizó una extracción del pseudotallo de banano para la posterior incorporación en un alimento funcional y detallan valores de 104 mg/100 g para sodio; sin embargo, para potasio y proteína ellos encontraron valores de 680 mg/100 g y un 3.6 % de proteína, los cuales son superiores a los datos obtenidos en la caracterización 280.60 mg/100 g y 2.40 % respectivamente.

Las razones de encontrar valores inferiores de potasio y proteína en el zumo de pseudotallo de banano pueden deberse a diversos factores, en el Ecuador las condiciones climáticas, el tipo de suelo y los nutrientes absorbidos por la planta son diferentes a Nepal donde Maskey et al. (2020) realizaron dicha investigación; sin embargo, estos valores inferiores de potasio y proteína son representativos para su incorporación en la bebida hidratante nutritiva.

### 4.2. CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DEL MACERADO DE LA CÁSCARA DE PIÑA

Con lo que respecta en la extracción del macerado de piña, se empleó el método

de maceración a temperatura ambiente (Anexo 2A y 2B), con el que se obtuvieron los mayores valores de interés nutricional como se observa en la tabla 6 y anexo 4, sin influir alguna alteración dentro de sus propiedades nutricionales; cabe mencionar que, de acuerdo a una investigación realizada por Kumalasari et al. (2016) da a conocer que, este residuo posee los siguientes componentes nutritivos: 2.60 % proteína, 1.66 % de fibra.

Comparando los valores obtenidos en la caracterización, son cercanos a los encontrados por los autores en la caracterización, siendo este componente una fuente importante de fibra y proteína para su incorporación en la bebida hidratante nutritiva.

**Tabla 6**

*Parámetros Nutricionales del Macerado de Cáscara de Piña.*

| Parámetros nutricionales del macerado de cáscara de piña |         |
|--|---------|
| Parámetros   | Valores |
| Fibra cruda  | 2.94 %  |
| Proteína   | 4.28 %  |

### 4.3. OPTIMIZACIÓN DE LA BEBIDA HIDRATANTE NUTRITIVA A LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y NUTRICIONALES

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 físicoquímicos 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.

#### 4.3.1. pH

**Tabla 7**

*Efectos Estimados del Modelo Completo para pH.*

| Fuente          | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P | R Cuadrada |
|-----------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|------------|
| Lineal          | 0.504747          | 2  | 0.252373       | 1649.23 | 0.0000  | 0.997      |
| Cuadrático      | 0.000260698       | 3  | 0.0000868992   | 0.48    | 0.7069  | 0.997      |
| Cúbico Especial | 9.19777E-7        | 1  | 9.19777E-7     | 0.00    | 0.9496  | 0.997      |
| Total           | 357.036           | 13 |                |         |         |            |

La tabla 7 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, trabajando con un nivel de confianza del 95.0 %. De acuerdo con este criterio, resulta que el modelo lineal es el más adecuado.

**Tabla 8**

*Anova Ajustado al Modelo Lineal para pH.*

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo Lineal | 0.504746          | 2  | 0.252373       | 1648.87 | 0.0000  |
| Error total   | 0.00153058        | 10 | 0.000153058    |         |         |
| Total (corr.) | 0.506277          | 12 |                |         |         |

La tabla 8 muestra el anova para el modelo lineal seleccionado, la cual indica que el p-valor para este modelo es menor que 0.05, por ende existe una relación estadísticamente significativa entre el parámetro pH y los componentes, con un nivel de confianza del 95.0 %.

**Tabla 9**

*Resultados de Ajuste de Modelo Lineal para pH.*

| Parámetro               | Estimado | Error Estándar |
|-------------------------|----------|----------------|
| A:Pseudotallo de banano | 5.30626  | 0.00725184     |
| B:Cáscara de piña       | 4.89026  | 0.00725184     |
| C:Agua                  | 5.51426  | 0.00725184     |

R-cuadrada = 0.996

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0.996

Error estándar = 0.0123717

La ecuación del modelo ajustado al lineal para pH es:

$$\text{pH} = A (5.30626) + B (4.89026) + C (5.51426) \text{ [Ec. 3]}$$

**Figura 3**

*Superficie de respuesta estimada para pH.*

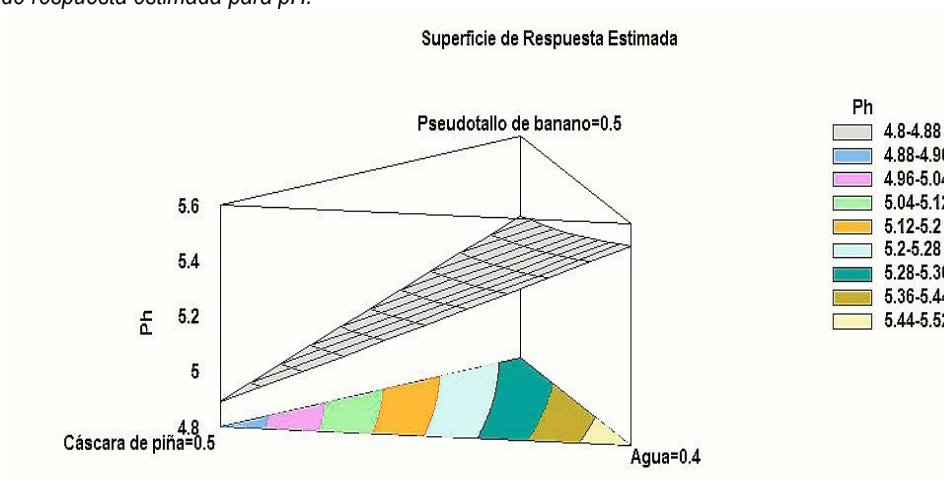


Figura 4

Contorno de la superficie de respuesta estimada para pH.



Las Figuras 3 y 4 del gráfico de superficie de respuesta y gráfico de contorno respectivamente, obtenidas a través de la ecuación matemática (Ec. 3) ajustada al modelo lineal ( $R^2=0.997$ ) para el parámetro pH, indican 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, 0.4758 de zumo de pseudotallo de banano, 0.3242 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 correspondencia a lo mencionado por Melgarejo (2013) quien en su investigación señala que, la cáscara de piña tiene un pH ligeramente ácido de 3.80; mientras que Vargas et al. (2013) señalan en su investigación que el jugo de pseudotallo de banano posee un pH promedio de 6.10.

En lo referente a este parámetro Buvaneshwari et al. (2020) elaboraron una bebida isotónica del jugo del pseudotallo de banano encontrando valores de pH de 3.28 a 4.75; mientras que en la investigación el valor óptimo fue de 5.25, superior al encontrado por los autores, siendo este el adecuado para una bebida hidratante debido al obtener un pH en el producto cercano al neutro.

### 4.3.2. ACIDEZ

**Tabla 10**

*Efectos Estimados del Modelo Completo para Acidez.*

| Fuente          | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P | R cuadrada |
|-----------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|------------|
| Lineal          | 0.124207          | 2  | 0.0621033      | 572.03  | 0.0000  | 0.989      |
| Cuadrático      | 0.0000920024      | 3  | 0.0000306675   | 0.22    | 0.8823  | 0.986      |
| Cúbico Especial | 0.0000206568      | 1  | 0.0000206568   | 0.13    | 0.7334  | 0.984      |
| Total           | 3.6301            | 13 |                |         |         |            |

La tabla 10 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 ( $p$ -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, siendo este idóneo para trabajar con ese modelo.

**Tabla 11**

*Lineal Resultados de Ajuste de Modelo para Acidez.*

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo Lineal | 0.124207          | 2  | 0.0621033      | 571.98  | 0.0000  |
| Error total   | 0.00108575        | 10 | 0.000108575    |         |         |
| Total (corr.) | 0.125292          | 12 |                |         |         |

La tabla 11 muestra el anova para el modelo lineal seleccionado, la cual indica que el  $p$ -valor para este modelo es menor que 0.05, por ende existe una relación estadísticamente significativa entre el porcentaje de acidez y los componentes, con un nivel de confianza del 95.0 %.

**Tabla 12**

*Lineal Resultados de Ajuste de Modelo para Acidez.*

| Parámetro               | Estimado | Error Estándar |
|-------------------------|----------|----------------|
| A:Pseudotallo de banano | 0.447898 | 0.00610781     |
| B:Cáscara de piña       | 0.699898 | 0.00610781     |
| C:Agua                  | 0.409898 | 0.00610781     |

R-cuadrada = 0.991

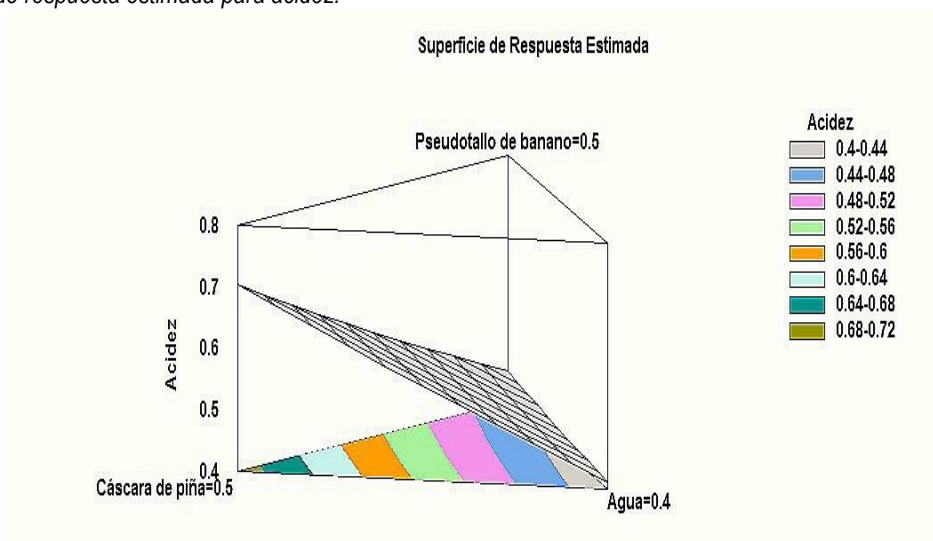
R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0.989

Error estándar = 0.0104199

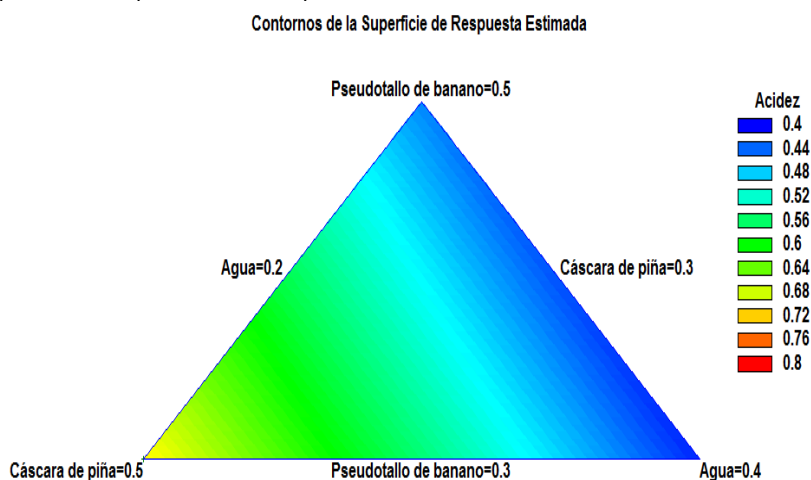
La ecuación del modelo ajustado al lineal para acidez es:

$$\text{Acidez} = A (0.447898) + B (0.699898) + C (0.409898) \text{ [Ec. 4]}$$

**Figura 5**  
Superficie de respuesta estimada para acidez.



**Figura 6**  
Contorno de la superficie de respuesta estimada para acidez.



Las Figuras 5 y 6 del gráfico de superficie de respuesta y el gráfico de contorno, obtenidas a través de la ecuación matemática (Ec. 4) ajustada al modelo lineal ( $R^2=0.989$ ) para el parámetro de acidez, indican que a mayor proporción de cáscara de piña mayores valores de acidez; sin embargo la formulación óptima para maximizar todos los componentes es de, 0.4758 de zumo de pseudotallo de banano, 0.3242 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 correspondencia a lo mencionado por Melgarejo (2013) quien señala en su estudio que, la acidez de la cáscara de piña tiene un valor de 0.80 %, mientras que Shiva et al. (2018) indican en su investigación que el pseudotallo de banano posee una acidez de 0.2 %.

En lo referente a este parámetro Buvaneshwari et al. (2020) encontraron valores de acidez de 0.35 a 0.26 % en la bebida isotónica del pseudotallo de banano; 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 %.

### 4.3.3. SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX)

**Tabla 13**

*Efectos Estimados del Modelo Completo para Brix.*

| Fuente          | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P | R cuadrada |
|-----------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|------------|
| Lineal          | 10.1914           | 2  | 5.09572        | 260.57  | 0.0000  | 0.977      |
| Cuadrático      | 0.0251455         | 3  | 0.00838183     | 0.34    | 0.7946  | 0.971      |
| Cúbico Especial | 0.00000526062     | 1  | 0.00000526062  | 0.00    | 0.9896  | 0.966      |
| Total           | 2468.2            | 13 |                |         |         |            |

La tabla 13 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  $R^2$  muestra un valor de 0.977 el cual es idóneo para trabajar con ese modelo.

**Tabla 14**

*Anova Ajustado al Modelo Lineal para Brix.*

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo Lineal | 0.821726          | 2  | 0.410863       | 249.87  | 0.0000  |
| Error total   | 0.016443          | 10 | 0.0016443      |         |         |
| Total (corr.) | 0.838169          | 12 |                |         |         |

La tabla 14 muestra el anova para el modelo lineal seleccionado, la cual indica que el  $p$ -valor para este modelo es menor que 0.05, por ende existe una relación estadísticamente significativa entre los grados brix y los componentes, con un nivel de confianza del 95.0 %.

**Tabla 15**

*Resultados de Ajuste de Modelo Lineal para Grados Brix.*

| Parámetro               | Estimado | Error Estándar |
|-------------------------|----------|----------------|
| A:Pseudotallo de banano | 13.394   | 0.081971       |
| B:Cáscara de piña       | 15.322   | 0.081971       |
| C:Agua                  | 12.534   | 0.081971       |

R-cuadrada = 0.981

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0.977

Error estándar = 0.139843



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

$$\text{Brix} = A (13.394) + B (15.322) + C (12.534) \text{ [Ec. 5]}$$

Figura 7

Superficie de respuesta estimada para los grados brix.

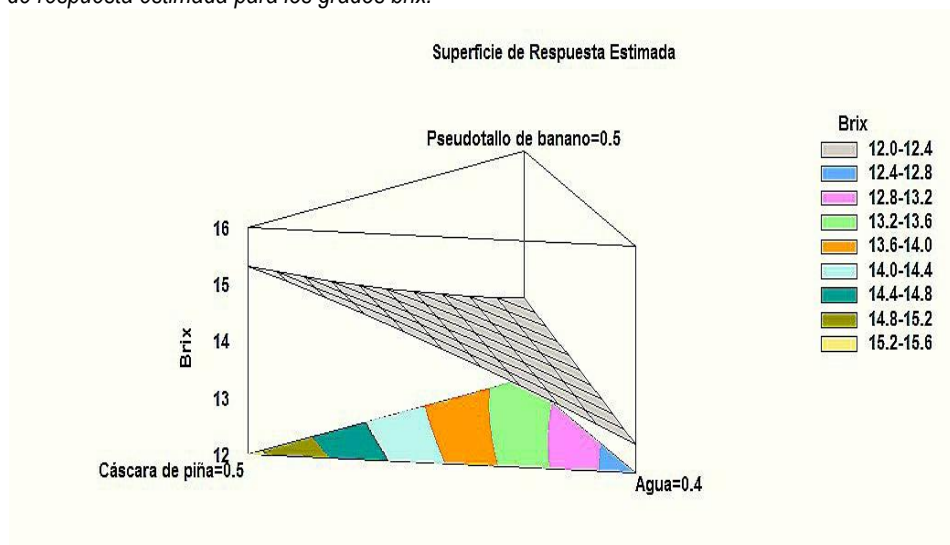
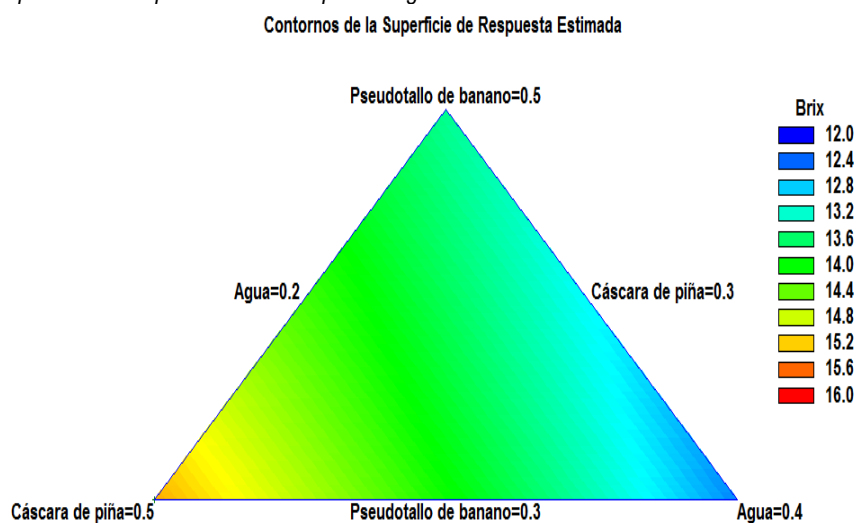


Figura 8

Contorno de la superficie de respuesta estimada para los grados brix.



Las Figuras 7 y 8 de la curva de superficie de respuesta estimada y el gráfico de contorno de la superficie de respuesta respectivamente, obtenidas a través de la ecuación matemática (Ec. 5) ajustada al modelo lineal ( $R^2=0.977$ ), para el parámetro de acidez indican 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, 0.4758 de zumo de pseudotallo de banano, 0.3242 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 correspondencia a

lo mencionado en la investigación de Melgarejo (2013), quien señala que, la cáscara de piña tiene un valor de sólidos solubles de 10 %; mientras que Shiva et al. (2018) señala en un estudio que el zumo de pseudotallo de banano tiene un valor de 12 %.

En lo referente a este parámetro Buvaneshwari et al. (2020) encontraron valores de sólidos solubles de 12 a 14.0 % en la bebida isotónica del pseudotallo de banano; mientras que en la bebida obtenida se obtuvo un valor óptimo de 13.62 %, valor dentro del promedio encontrado por estos autores, sin embargo AbuMoh'd (2020) menciona que 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.

#### 4.3.4. PROTEÍNA

**Tabla 16**  
*Efectos Estimados del Modelo Completo para proteína.*

| Fuente          | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P | R Cuadrada |
|-----------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|------------|
| Lineal          | 0.821727          | 2  | 0.410863       | 249.88  | 0.0000  | 0.976      |
| Cuadrático      | 0.00361452        | 3  | 0.00120484     | 0.66    | 0.6036  | 0.973      |
| Cúbico Especial | 7.66429E-7        | 1  | 7.66429E-7     | 0.00    | 0.9855  | 0.964      |
| Total           | 79.6074           | 13 |                |         |         |            |

La tabla 16 muestra 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 siendo este idóneo para trabajar con ese modelo.

**Tabla 17**  
*Anova ajustado al Modelo Lineal para Proteína.*

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo Lineal | 0.821726          | 2  | 0.410863       | 249.87  | 0.0000  |
| Error total   | 0.016443          | 10 | 0.0016443      |         |         |
| Total (corr.) | 0.838169          | 12 |                |         |         |

La tabla 17 muestra el anova para el modelo lineal seleccionado, la cual indica que el  $p$ -valor para este modelo es menor que 0.05, por ende existe una relación estadísticamente significativa entre el parámetro proteína y los componentes, con un nivel de confianza del 95.0 %.

Tabla 18

Lineal Resultados de Ajuste de Modelo para Proteína.

| Parámetro               | Estimado | Error Estándar |
|-------------------------|----------|----------------|
| A:Pseudotallo de banano | 2.48221  | 0.023769       |
| B:Cáscara de piña       | 2.85621  | 0.023769       |
| C:Agua                  | 2.04621  | 0.023769       |

R-cuadrada =0.980

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0.976

Error estándar = 0.0405499

La ecuación del modelo ajustado al lineal para proteína es:

$$\text{Proteína} = A (2.48221) + B (2.85621) + C (2.04621) \text{ [Ec. 6]}$$

Figura 9

Superficie de respuesta estimada para proteína.

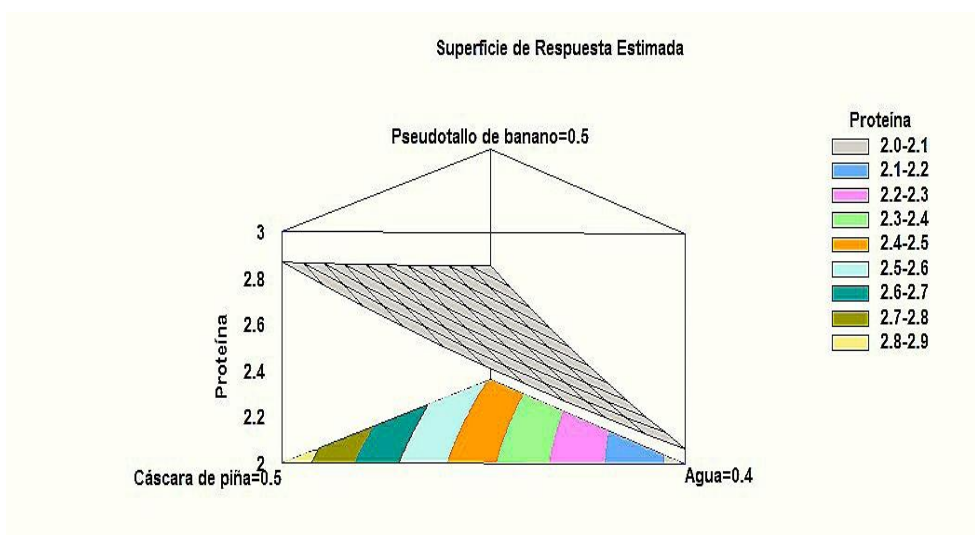
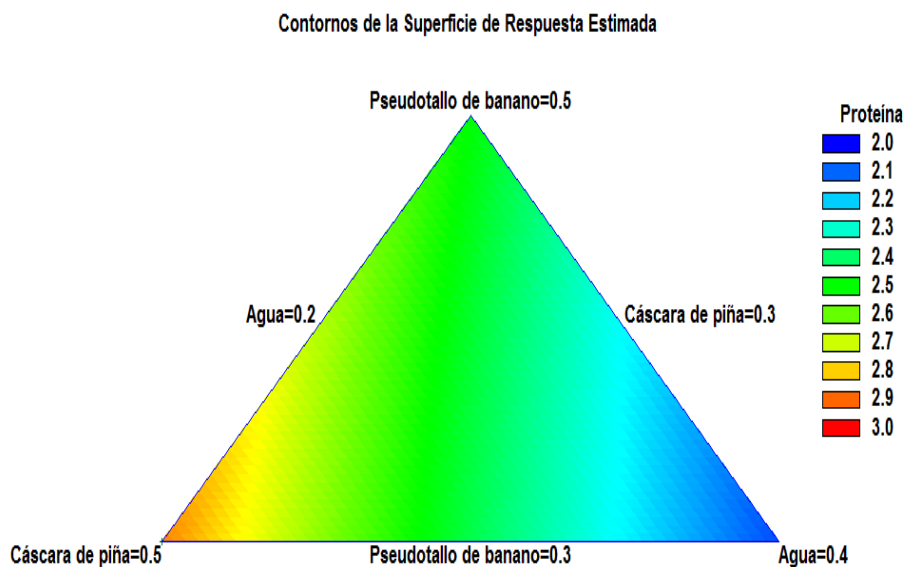


Figura 10

Contorno de la superficie de respuesta estimada para proteína.



Las Figuras 9 y 10 del gráfico de superficie de respuesta y el gráfico de contorno respectivamente, obtenidas a través de la ecuación matemática (Ec. 6) ajustada al modelo lineal ( $R^2=0.9765$ ), para el parámetro de proteína indican 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, 0.4758 de zumo de pseudotallo de banano, 0.3242 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 correspondencia a lo mencionado Kumalasari et al. (2016) quienes en su investigación dan a conocer que, la cáscara de piña posee un 2.60 % proteína; mientras que, Jun (2015) señala que el zumo de pseudotallo de banano tiene un 2.5 % de proteína.

En lo referente a este parámetro Swarnalakshmi et al. (2019) elaboraron una bebida hidratante con el pseudotallo de banano y extractos de menta encontrando valores de 0.6 % de proteína; 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, por lo que la incorporación de estos componentes en la bebida la hace ideal para su contenido de proteína.

#### 4.3.5. FIBRA

**Tabla 19**  
*Efectos Estimados del Modelo Completo para Fibra.*

| Fuente          | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P | R cuadrada |
|-----------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|------------|
| Lineal          | 6.20323           | 2  | 3.10161        | 5049.41 | 0.0000  | 0.998      |
| Cuadrático      | 0.00128135        | 3  | 0.000427118    | 0.62    | 0.6268  | 0.998      |
| Cúbico Especial | 0.00000876118     | 1  | 0.00000876118  | 0.01    | 0.9205  | 0.998      |
| Total           | 331.009           | 13 |                |         |         |            |

La tabla 19 muestra los resultados de ajustar diferentes modelos a los datos obtenidos para fibra, desde el punto de vista del ajuste del modelo con el  $R^2$  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, trabajando con un nivel de confianza del 95.0%. De acuerdo con este criterio, resulta que el modelo lineal es el más adecuado.

**Tabla 20**  
Anova ajustado al Modelo Lineal para Fibra.

| Fuente        | Suma de Cuadrados | GI | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo Lineal | 6.20323           | 2  | 3.10161        | 5049.25 | 0.0000  |
| Error total   | 0.00614272        | 10 | 0.000614272    |         |         |
| Total (corr.) | 6.20937           | 12 |                |         |         |

La tabla 20 muestra el anova para el modelo lineal seleccionado, debido a que el p-valor para este modelo es menor que 0.05, por lo cual existe una relación estadísticamente significativa entre el parámetro fibra y los componentes, con un nivel de confianza del 95.0 %.

**Tabla 21**  
Lineal Resultados de Ajuste de Modelo para Fibra.

| Parámetro               | Estimado | Error Estándar |
|-------------------------|----------|----------------|
| A:Pseudotallo de banano | 6.23313  | 0.0145278      |
| B:Cáscara de piña       | 4.69313  | 0.0145278      |
| C:Agua                  | 4.06913  | 0.0145278      |

R-cuadrada = 0.999

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0.998

Error estándar = 0.0247845

La ecuación del modelo ajustado al lineal para fibra es:

$$\text{Fibra} = A (6.23313) + B (4.69313) + C (4.06913) \text{ [Ec. 7]}$$

**Figura 11**  
Superficie de respuesta estimada para fibra.

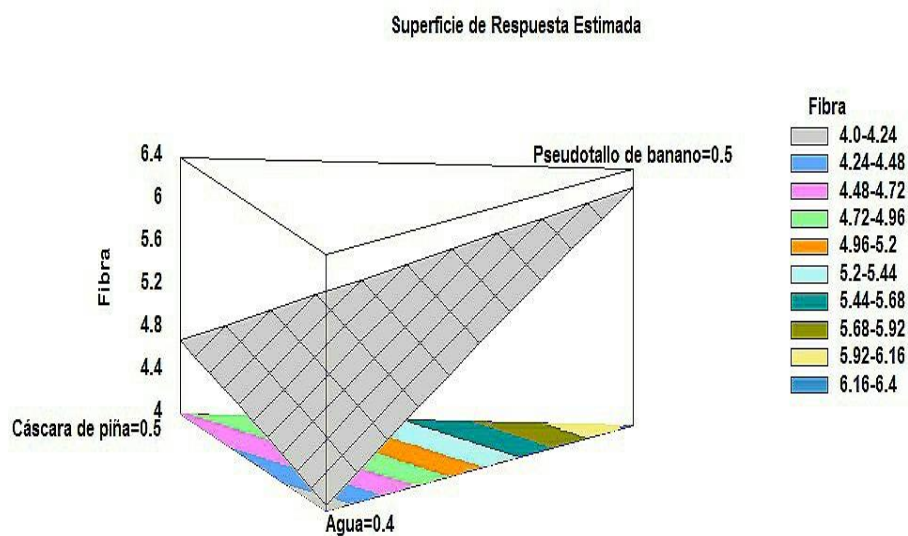
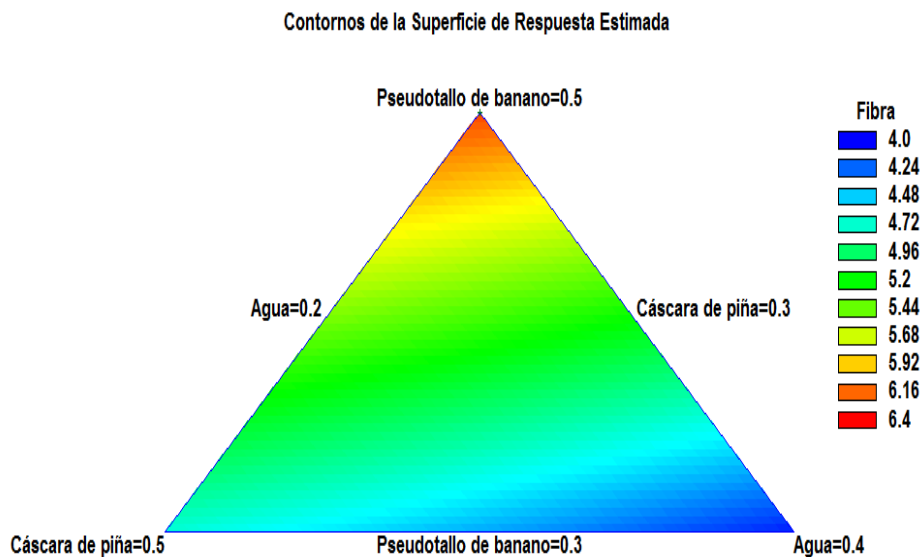


Figura 12

Contorno de la superficie de respuesta estimada para fibra.



Las Figuras 11 y 12 del gráfico de superficie de respuesta y el gráfico de contorno respectivamente, obtenidas a través de la ecuación matemática (Ec. 7) ajustada al modelo lineal ( $R^2=0.998$ ), para el parámetro de fibra indican que a mayor proporción de pseudotallo de banano mayores valores de fibra; siendo la formulación óptima para maximizar los valores de, 0.4758 de zumo de pseudotallo de banano, 0.3242 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 realizada por Kumalasari et al. (2016) quienes señalan que la cáscara de piña posee un valor de 1.66 % de fibra; mientras que Jun (2015) señala que el zumo de pseudotallo de banano tiene un 10.70 % de fibra.

En lo que respecta a este parámetro Swarnalakshmi et al. (2019) elaboraron una bebida hidratante con el pseudotallo de banano y extractos de menta encontrando valores de 2 % de fibra; 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.

### 4.3.6. SODIO

**Tabla 22**

*Efectos Estimados del Modelo Completo para Sodio.*

| Fuente          | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F  | Valor-P | R cuadrada |
|-----------------|-------------------|----|----------------|----------|---------|------------|
| Lineal          | 500.643           | 2  | 250.322        | 59997.64 | 0.0000  | 0.999      |
| Cuadrático      | 0.00543546        | 3  | 0.00181182     | 0.35     | 0.7910  | 0.999      |
| Cúbico Especial | 0.00000280403     | 1  | 0.00000280403  | 0.00     | 0.9835  | 0.999      |
| Total           | 13915.9           | 13 |                |          |         |            |

La tabla 22 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<sup>2</sup> 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, trabajando con un nivel de confianza del 95.0 %. De acuerdo con este criterio, resulta que el modelo lineal es el más adecuado.

**Tabla 23**

*Anova ajustado al Modelo Lineal para Sodio.*

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F  | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|----------|---------|
| Modelo Lineal | 500.643           | 2  | 250.322        | 60002.35 | 0.0000  |
| Error total   | 0.0417186         | 10 | 0.00417186     |          |         |
| Total (corr.) | 500.685           | 12 |                |          |         |

La tabla 23 muestra el anova para el modelo lineal seleccionado, la cual indica que el p-valor para este modelo es menor que 0.05, por ende existe una relación estadísticamente significativa entre el parámetro sodio y los componentes, con un nivel de confianza del 95.0 %.

**Tabla 24**

*Lineal Resultados de Ajuste de Modelo para Sodio.*

| Parámetro               | Estimado | Error Estándar |
|-------------------------|----------|----------------|
| A:Pseudotallo de banano | 43.6772  | 0.0378604      |
| B:Cáscara de piña       | 26.4852  | 0.0378604      |
| C:Agua                  | 26.2092  | 0.0378604      |

R-cuadrada = 0.999

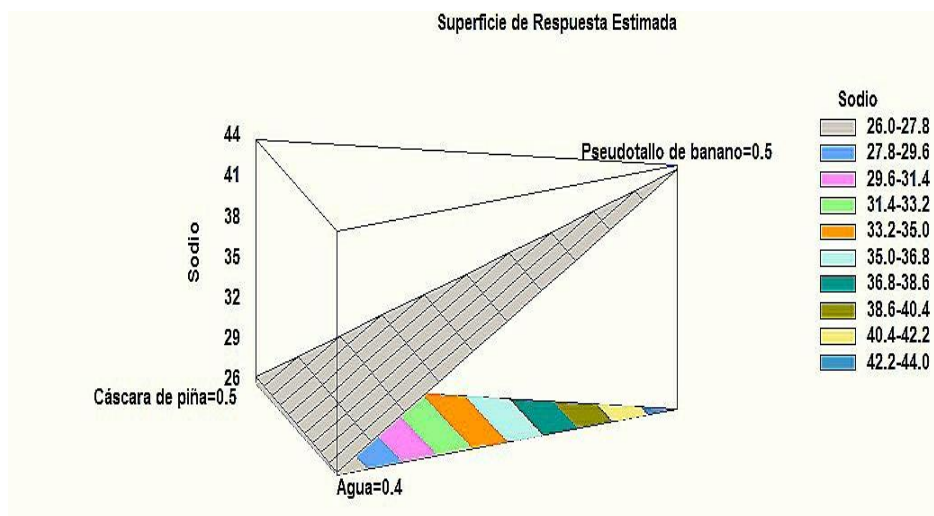
R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0.999

Error estándar = 0.06459

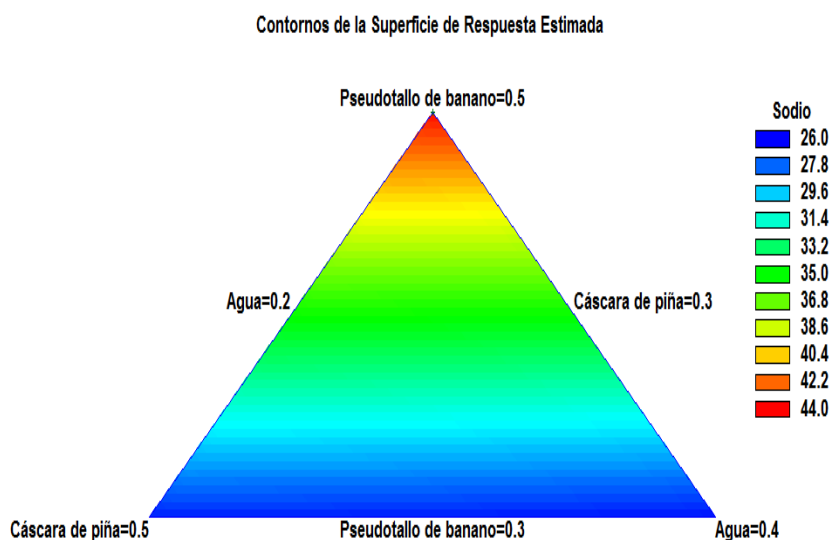
La ecuación del modelo ajustado al lineal para sodio es:

$$\text{Sodio} = A (43.6772) + B (26.4852) + C (26.2092) \text{ [Ec. 8]}$$

**Figura 13**  
Superficie de respuesta estimada para sodio.



**Figura 14**  
Contorno de la superficie de respuesta estimada para sodio.



Las Figuras 13 y 14 del gráfico de superficie de respuesta estimada y el gráfico de contorno respectivamente, obtenidas a través de la ecuación matemática (Ec. 8) ajustada al modelo lineal ( $R^2=0.999$ ), para el parámetro de sodio indican que a mayor proporción de pseudotallo de banano mayores valores de sodio; siendo la formulación óptima para maximizar los valores de, 0.4758 de zumo de pseudotallo de banano, 0.3242 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 (USDA, 2021).

AbuMoh'd (2020) menciona en su investigación 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 hora denominado como bebida hipertónicas para evitar así estados de hiponatremia. Cabe mencionar que la bebida obtenida tiene un valor de sodio ligeramente inferior al mencionado por el autor de 0.42 g/L de sodio sin embargo adecuado para recuperar el sodio perdido durante una deshidratación no tan prolongada.

#### 4.3.7. POTASIO

**Tabla 25**

*Efectos Estimados del Modelo Completo para Potasio.*

| Fuente          | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P | R cuadrada |
|-----------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|------------|
| Lineal          | 3862.64           | 2  | 1931.32        | 7968.17 | 0.0000  | 0.999      |
| Cuadrático      | 0.411258          | 3  | 0.137086       | 0.48    | 0.7084  | 0.999      |
| Cúbico Especial | 0.00212174        | 1  | 0.00212174     | 0.01    | 0.9392  | 0.999      |
| Total           | 268768.           | 13 |                |         |         |            |

La tabla 25 muestra los resultados de ajustar diferentes modelos a los datos obtenido para potasio, 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 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, trabajando con un nivel de confianza del 95.0 %. De acuerdo con este criterio, resulta que el modelo lineal es el más adecuado.

**Tabla 26**

*Anova Ajustado al Modelo Lineal para Potasio.*

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo Lineal | 3862.64           | 2  | 1931.32        | 7966.90 | 0.0000  |
| Error total   | 2.42418           | 10 | 0.242418       |         |         |
| Total (corr.) | 3865.07           | 12 |                |         |         |

La tabla 26 muestra el anova para el modelo lineal seleccionado, la cual indica que el  $p$ -valor para este modelo es menor que 0.05, por ende existe una relación estadísticamente significativa entre el parámetro potasio y los componentes, con un nivel de confianza del 95.0 %.

Tabla 27

Lineal Resultados de Ajuste de Modelo para Potasio.

| Parámetro               | Estimado | Error Estándar |
|-------------------------|----------|----------------|
| A:Pseudotallo de banano | 172.318  | 0.288604       |
| B:Cáscara de piña       | 138.77   | 0.288604       |
| C:Agua                  | 117.158  | 0.288604       |

R-cuadrada = 0.999

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0.999

Error estándar = 0.49236

La ecuación del modelo ajustado al lineal para potasio es:

$$\text{Potasio} = A (172.318) + B (138.77) + C (117.158) \text{ [Ec. 9]}$$

Figura 15

Superficie de respuesta estimada para potasio.

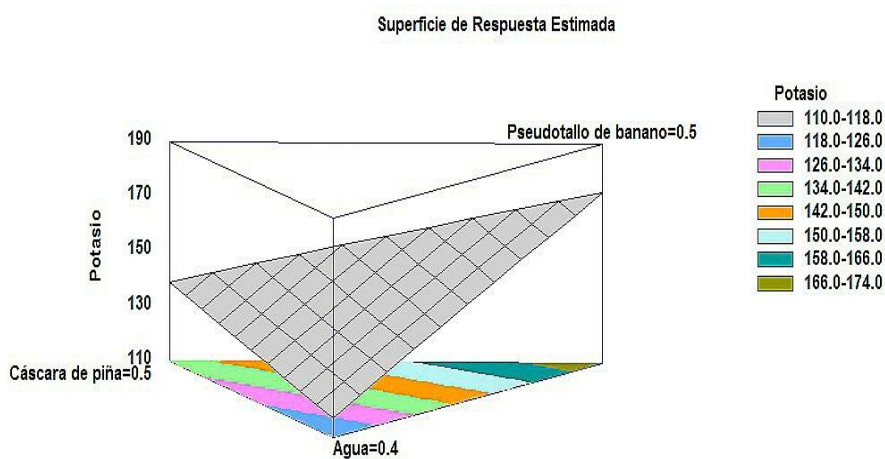
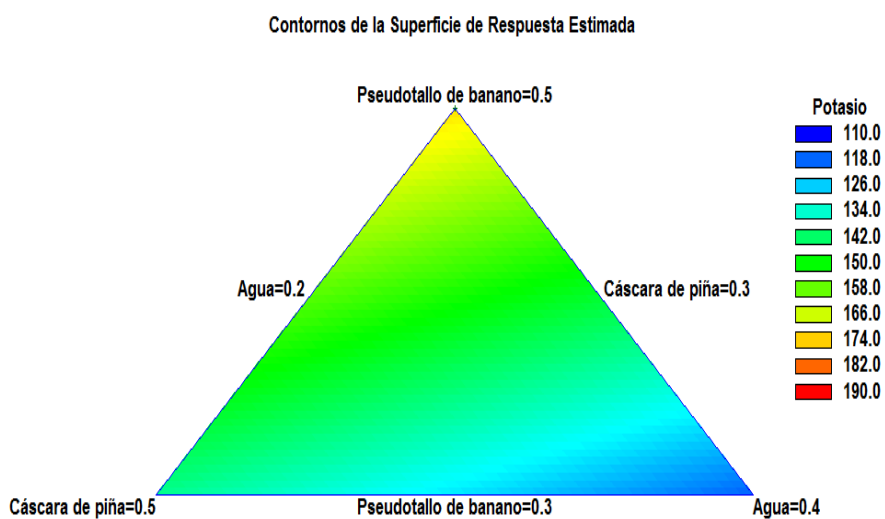


Figura 16

Contorno de la superficie de respuesta estimada para potasio.



Las Figuras 15 y 16 del gráfico de superficie de respuesta y el gráfico de contorno respectivamente, obtenidas a través de la ecuación matemática (Ec. 9) ajustada al

modelo lineal ( $R^2=0.999$ ) para el parámetro de potasio, indican que a mayor proporción de pseudotallo de banano mayores valores de potasio; siendo la formulación óptima para maximizar los valores de, 0.4758 de zumo de pseudotallo de banano, 0.3242 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 la USDA (2021) señala que la cáscara de piña posee un valor de potasio de 101 mg/100 g.

Los valores óptimos de potasio encontrados en la bebida son representativos para recuperar los electrolitos perdidos en una deshidratación leve, así lo mencionan Lukpanovna y Afsun (2020) 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.

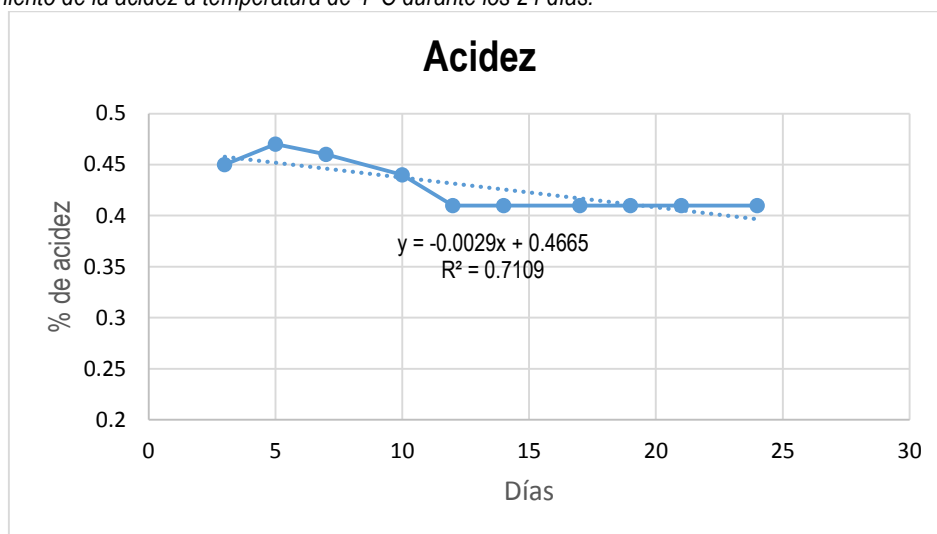
### **4.3 EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA BEBIDA HIDRATANTE NUTRITIVA DEL ZUMO DE PSEUDOTALLO DE BANANO Y DEL MACERADO DE CÁSCARA DE PIÑA**

En la figura 17 se muestra el comportamiento de la acidez para la mezcla óptima (0.4758 de zumo de pseudotallo de banano, 0.3242 de macerado de cáscara de piña y 0.2 de agua), la cual varió con el tiempo subiendo de 0.45 a 0.47 al día 5; sin embargo, estos valores bajaron en los siguientes días hasta llegar al valor de 0.41 al día 12 manteniéndose hasta el día 24.

Mediante una investigación realizada por Gironés et al. (2014) sobre bebidas isotónicas enriquecidas con limón y frutos rojos dan a notar que la evaluación de la acidez con respecto al tiempo tiene concordancia a lo que encontrado en la bebida, ya que evaluaron el comportamiento de la acidez teniendo una reducción de 0.89 a 0.86 % para el día 70 a temperatura de refrigeración.

**Figura 17**

Comportamiento de la acidez a temperatura de 4°C durante los 24 días.



Para el parámetro de mohos y levaduras la NTE INEN 2411 (2017) indica un valor máximo de 10 UP/mL para este tipo de bebidas; en lo que corresponde a los análisis de vida útil dio <10 UP/mL para los 24 días a temperatura de refrigeración 4°C, por lo cual no se logró realizar la simulación mediante la ecuación de Labuza. Así mismo en el parámetro de la acidez con lo que respecta a la simulación de la vida útil no se realizó debido a que el valor K observada en la figura 16 es relativamente bajo, por ende aplicando la fórmula los días arrojados no corresponderían a la realidad.

Sin embargo, Swarnalakshmi et al. (2019) realizaron una investigación donde señalan que, una bebida hidratante de pseudotallo de banano conservaría todas sus propiedades fisicoquímicas, nutricionales y microbiológicas por 45 días en condiciones de refrigeración con el uso de conservantes.

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

- La caracterización permitió encontrar valores para el zumo de pseudotallo de banano en los parámetros, sodio 86.6 mg/100 g, potasio 280.60 mg/100 g y proteína 2.40 %, para el macerado de cáscara de piña valores de, fibra 2.94 % y proteína 4.20 %, pudiendo ser incorporados en diferentes productos y subproductos dentro del sector alimentario debido a su composición nutricional.
- Mediante el diseño de mezclas en la obtención de la bebida hidratante nutritiva, se estableció que la mezcla óptima fue la de 0.4758 de zumo de pseudotallo de banano, 0.3242 de macerado de cáscara de piña y 0.2 de agua permitiendo obtener los más altos valores de proteína, fibra, sodio y potasio.
- Durante los 24 días para la acidez en condiciones de refrigeración (4°C) el producto se mantuvo en óptimas condiciones, mientras que mohos y levaduras se mantuvieron en total ausencia.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Utilizar los zumos de pseudotallos de bananos y los macerados de cáscara de piña para la transformación e innovación de nuevos productos y subproductos.
- Emplear la formulación óptima obtenida mediante el diseño de mezclas para contrastar los valores de la optimización y realizar las posteriores pruebas sensoriales.
- Valorar el tiempo de vida útil que permita conocer la fecha límite del consumo de productos para garantizar la calidad e inocuidad al consumidor final.

## BIBLIOGRAFÍA

- AbuMoh'd, M. F. (2020). 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*, 18(2), 25-31.
- Baiano, A. (2014). Recovery of Biomolecules from Food Wastes — A Review. *Molecules*, 19(9), 14821-14842.
- Batthey, A. S., Duffy, S., & Schaffner, D. W. (2002). Modeling yeast spoilage in cold-filled ready-to-drink beverages with *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii*, and *Candida lipolytica*. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(4), 1901-1906.
- Brito, T. B. N., Pereira, A. P. A., Pastore, G. M., Moreira, R. F. A., Ferreira, M. S. L., & Fai, A. E. C. (2020). Chemical composition and physicochemical characterization for cabbage and pineapple by-products flour valorization. *LWT*, 124, 109028.
- Buvaneshwari, K., Sashidevi, G., Hemalatha, G., & Arunkumar, R. (2020). Development and Quality Evaluation of Ready to Serve (RTS) Beverage from Banana Pseudo Stem. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 32-42.
- Cevallos, J. M., y Raez, L. R. (2015). Metodología de optimización de la calidad de productos. *Industrial data*, 18(2), 126-134.
- Chatterjee, A., & Abraham, J. (2019). A Comprehensive Study on Sports and Energy Drinks. In *Sports and Energy Drinks* (pp. 515-537). Woodhead Publishing.
- Dikmen, B. Y., & Filazi, A. (2016). Nutraceuticals: Turkish Perspective. In *Nutraceuticals* (pp. 971-981). Academic Press.
- Espinoza, L. (16 de Abril de 2018). Recuperado el 06 de Noviembre de 2020, de <https://elcomercio.pe/deporte-total/running/nutricion/conoce-beneficios-consumir-bebidas-isotonicas-tus-entrenamientos-noticia-511887-noticia/>
- Ferioti, D. G., & Iguti, A. (2012). Proposal for use of pseudostem from banana tree (*Musa cavendish*). In *International Congress of Engineering and Food*, Athens, Greece.
- Fonseca, R. S., Del Santo, V. R., Souza, G. B. D. & Pereira, C. A. M. (2011). Elaboração de barra de cereais com casca de abacaxi. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 61(2), 216-223. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.027>

- Gironés-Vilaplana, A., Mena, P., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. (2014). Evaluation of sensorial, phytochemical and biological properties of new isotonic beverages enriched with lemon and berries during shelf life. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(6), 1090-1100.
- González-González, G., Pirovani, M. E., Piagentini, A. M., Ulín-Montejo, F., Miranda-Cruz, E., Osorio-Osorio, R., y Salinas-Hernández, R. M. (2016). Cinética de cambios sensoriales y vida de anaquel de carambola mínimamente procesada. *Revista fitotecnia mexicana*, 39(4), 393-402.
- Graumlich, T. R., Marcy, J. E., & Adams, J. P. (1986). Aseptically packaged orange juice and concentrate: a review of the influence of processing and packaging conditions on quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 34(3), 402-405.
- Guo, M. (2009). Sports drinks. *Functional Foods*, 279–298. doi:10.1533/9781845696078.279
- Jara, L. (2016). Oportunidades de valorización mediante compostaje de los residuos orgánicos de origen urbano y afines en Ecuador: Propuesta de gestión para la provincia de Chimborazo. Tesis Doctoral. Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elche. Obtenido de <http://193.147.134.18/bitstream/11000/2770/1/TD%20Jara%20Samaniego%2C%20Lourdes%20Janneth.pdf>
- Jun, M. (2015). Banana Pseudostem: properties nutritional composition and use as food. Australia's Global University. Thesis School of Chemical Engineering. P 1-252.
- Kumalasari, R., Herminiati, A., & Andriansyah, R. C. E. (2016). Pineapple Peel as a Potential Source of Dietary Fiber. In *Proceedings of International Conference on Appropriate Technology Development (ICATDev)*. Obtenido de: <https://www.researchgate.net/>
- Kung, E. C. L., Arroyo, A. T., y Arana, J. V. (2013). Optimización de la aceptabilidad general mediante pruebas afectivas y metodología de superficie de respuesta de una bebida a base de una mezcla seca de polvo de cacao. *Scientia Agropecuaria*, 4(3), 191-197.
- Labuza, T. P. (1982). *Shelf-life dating of foods*. Food & Nutrition Press, Inc.
- Lima Tribst, A. A., de Souza Sant'Ana, A., & de Massaguer, P. R. (2009). Microbiological quality and safety of fruit juices—past, present and future perspectives. *Critical reviews in microbiology*, 35(4), 310-339.
- López, G. B., y Montaña, F. J. G. (2014). Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp*). *Rev Med UV*.

- Lukpanovna, N y Afsun, B. (2020). Innovations in Health Sciences. Edición: Cambridge Scholars Publishing. Newcastle, Reino Unido. p 133. Vol 1.
- Maskey, B., Sangroula, P., & Shrestha, N. K. (2020). Utilization of Banana (*Musa acuminata*) Pseudostem for Biscuit Making. *Himalayan Journal of Science and Technology*, 74-80.
- Melgarejo, H. (2013). Elaboración de una bebida fermentada a partir de la cáscara de piña (*Ananas comosus*) variedad samba. Universidad Nacional Agraria de la selva. Ingeniería en industrias alimentarias. Tingo María, Perú. p 66-67.
- McMeekin, T., Bowman, J., McQuestin, O., Mellefont, L., Ross, T., & Tamplin, M. (2008). The future of predictive microbiology: strategic research, innovative applications and great expectations. *International journal of food microbiology*, 128(1), 2-9.
- Meyer, F., O'Connor, H., & Shirreffs, S. M. (2007). Nutrition for the young athlete. *Journal of sports sciences*, 25(S1), S73-S82.
- Mukherjee, R., Halder, A., Sansare, S., Naik, S., & Chaudhuri, B. (2020). A Simplex Centroid Design to quantify triboelectric charging in pharmaceutical mixtures. *Journal of Pharmaceutical Sciences*.
- NTE INEN (1983). (Norma Técnica Ecuatoriana - Instituto Ecuatoriano de Normalización). 13:1983. Determinación de acidez titulable. 1era. Ed. Quito-Ecuador.
- NTE INEN (1985). (Norma Técnica Ecuatoriana - Instituto Ecuatoriano de Normalización). 389:1985. Determinación de pH. 1era. Ed. Quito-Ecuador.
- NTE INEN (2008). (Norma Técnica Ecuatoriana - Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2337:2008. Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas-Requisitos. 1era. Ed. Quito-Ecuador.
- NTE INEN (2011). (Norma Técnica Ecuatoriana - Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2587:2011. Alimentos funcionales-Requisitos. 1era. Ed. Quito-Ecuador.
- NTE INEN (2013). (Norma Técnica Ecuatoriana - Instituto Ecuatoriano de Normalización). 1529-10. Conteo de mohos y levaduras. 1era. Ed. Quito-Ecuador.
- Ortega-Pérez, D. C., Bustamante-Rua, M. O., Gutiérrez-Rôa, D. F., & Correa-Espinal, A. A. (2015). Diseño de mezclas en formulaciones industriales. *Dyna*, 82(189), 149-156.
- Ramírez, V., Peñuela, L., y Pérez, M. (2017). Los residuos orgánicos como



alternativa para la alimentación en porcinos. *Rev. Cienc. Agr.* 34(2): 107 - 124. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.173402.76>.

Rasgado, S., Trejo, M., y Pascual, S. (2016). Extracción de fibra en residuos agroindustriales de piña para su aplicación en alimentos funcionales. *Rev. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos.* 1(1): 448-453. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/3/77.pdf>

Ruíz, A. (2020). *Revista de Salud y Bienestar*. Recuperado el 06 de Noviembre de 2020, de <https://www.webconsultas.com/ejercicio-y-deporte/nutricion-deportiva/bebidas-isotonicas-12405>

Sagar, N., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E. & Lobo, M. (2018). Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible Utilization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17 (1): 512-522. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12330>

Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., & Donkor, O. N. (2016). Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 978-986.

Sánchez, L., & Valero, M. (2017). Recuperado el 06 de Noviembre de 2020, de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/LORENA%20SANCHEZ-VALERO%20MARTIN.pdf>

Santana-Méridas, O., González-Coloma, A., & Sánchez-Vioque, R. (2012). Agricultural residues as a source of bioactive natural products. *Phytochemistry Reviews*, 11(4), 447–466. doi:10.1007/s11101-012-9266-0

Saraswaty, V., Risdian, C., Primadona, I., Andriyani, R., Andayani, D. G. S., & Mozef, T. (2017, March). Pineapple peel wastes as a potential source of antioxidant compounds. In *IOP conference series: earth and environmental science* (Vol. 60, p. 012013). IOP Publishing.

Sharma, M., Patel, S. N., Sangwan, R. S., & Singh, S. P. (2017). Biotransformation of banana pseudostem extract into a functional juice containing value added biomolecules of potential health benefits. *Indian Journal of Experimental Biology*, 55(1), 453-462.

Shiva, K. N., Adiyaman, P., Naik, R., & Marimuthu, N. (2018). Development and Standardisation of Banana Pseudostem Based Novel Functional Blended Ready to Drink (RTD) Beverages and Studies Nutritional Changes during Storage.

Spatafora, C & Tringali, C. (2012). Valorization of Vegetable Waste: Identification of

Bioactive Compounds and Their Chemo-Enzymatic Optimization. *The Open Agriculture Journal*, 6(1), 9-16. DOI: 10.2174 / 1874331501206010009

Swarnalakshmi, C. S., Manisha, C. P., Harini, B., Akshara, J., Joshika, G., & Keerthana, R. (2019). Optimization and standardization of lemon grass incorporated into pseudostem and mint extracts based isotonic drink. *Int J Adv Res, Ideas Innov Technol*, 5(3), 1089-1093.

USDA (U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE) (2021). Valor de sodio para la cascara de piña. Formato Html. Consultado el 26 de mayo de 2021. Recuperado de <https://fdc.nal.usda.gov/>

USDA (U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE) (2021). Valor de potasio para la cascara de piña. Formato Html. Consultado el 26 de mayo de 2021. Recuperado de <https://fdc.nal.usda.gov/>

Vargas Soto, L. F., Martínez Yepes, P. N., & Guarnizo Franco, A. (2013). Algunas características fisicoquímicas del jugo del pseudotallo del banano. *Revista de Ciencias*, 17(1).

Vodnar, D. C., Călinoiu, L. F., Mitrea, L., Precup, G., Bindea, M., Păcurar, A. M., & Ștefănescu, B. E. (2019). A new generation of probiotic functional beverages using bioactive compounds from agro-industrial waste. In *Functional and medicinal beverages* (pp. 483-528).

Zamora-Morales, B.P., Sánchez-García, P., Volke-Haller, V.H., Espinosa-Victoria, D. y Galvis-Spínola, A. (2005). Formulación de mezclas de sustratos mediante programación lineal. *Interciencia*, 30 (6), pp. 365-369.

# **ANEXOS**

**Anexo 1-A.** Cortado en piezas para la extracción del zumo del pseudotallo.



**Anexo 1-B.** Filtrado del zumo del pseudotallo.



**Anexo 2-A.** Cortado de la cáscara de piña para la maceración.



**Anexo 2-B.** Macerado de la cáscara de piña.



### Anexo 3. Resultados de análisis del zumo de pseudotallo de banano.



**SEIDLaboratory CÍA. LTDA.**

SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO

www.seidlaboratory.com.ec



Certificados N° 2102-01/02

LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

#### INFORME DE ENSAYO NR.218142

| INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE          |                                   |                        |  |
|---|-----------------------------------|------------------------|--|
| Cliente:  | HOWARD MOREIRA                    |                        |  |
| Dirección:  | Chone-Manabí                      |                        |  |
| Nombre Producto :                                 | EXTRACTO DE PSEUDOTALLO DE BANANO |                        |  |
| Fecha de Elaboración:                             | 2020-12-14                        | Fecha de Caducidad:    | 2021-01-14   |
| Lote:   | ND                                | Contenido Declarado:   | ND   |
| Material Envase:                                  | BOTELLA DE VIDRIO                 | Forma de Conservación: | Ambiente   |
| INFORMACIÓN DE LA MUESTRA                         |                                   |                        |  |
| Código Laboratorio :                              | 218142-1                          | Contenido Encontrado:  | 150.0 Gramos   |
| Fecha Recepción:                                  | 2020/12/18                        | Fecha Inicio Ensayo:   | 2020/12/18   |
| Condiciones Ambientales de llegada de la muestra: | 21 °C                             | Muestreo:              | Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió |

| ENSAYOS FFQ           | MÉTODO                 | UNIDAD   | RESULTADO |
|-----------------------|------------------------|----------|-----------|
| POTASIO *             | SEN-MINI (AOAC 999.11) | mg/100 g | 280.60    |
| PROTEINA DUMAS F=6.25 | SEF-PDU AOAC990.03     | %        | 2.40      |
| SODIO                 | SEN-MINI (AOAC 999.11) | mg/100 g | 86.6      |

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación de A2LA\*

Datos tomados del cuaderno de P-RG-01 Pág. 245 / MIN-RG-12 pág. 467

Sodio: <4 mg/100g

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

- Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

20/12/29

FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por: MAYRA  
YADIRA VINLEZA MANOSALVAS  
Fecha y hora: 2020-12-29 12:56:48

Muestra 218142-1 de 218142-1

Pg 1 / 1

#### Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad directorcalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec  
Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 / 0992750633

## Anexo 4. Resultados de análisis del macerado de la cáscara de piña.



### INFORME DE ENSAYO NR.218143

| INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE |                                |                        |            |
|--|--------------------------------|------------------------|------------|
| Cliente:                                 | HOWARD MOREIRA                 |                        |            |
| Dirección:                               | Chone-Manabí                   |                        |            |
| Nombre Producto :                        | MACERADO DE LA CÁSCARA DE PIÑA |                        |            |
| Fecha de Elaboración:                    | 2020-12-14                     | Fecha de Caducidad:    | 2021-01-14 |
| Lote:                                    | ND                             | Contenido Declarado:   | ND         |
| Material Envase:                         | BOTELLA DE VIDRIO              | Forma de Conservación: | Ambiente   |

| INFORMACIÓN DE LA MUESTRA                         |            |                       |  |
|---|------------|-----------------------|--|
| Código Laboratorio :                              | 218143-1   | Contenido Encontrado: | 150.0 Gramos   |
| Fecha Recepción:                                  | 2020/12/18 | Fecha Inicio Ensayo:  | 2020/12/21   |
| Condiciones Ambientales de llegada de la muestra: | 21 °C      | Muestreo:             | Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió |

| ENSAYOS FFQ           | MÉTODO                | UNIDAD | RESULTADO |
|-----------------------|-----------------------|--------|-----------|
| FIBRA CRUDA *         | M. INTERNO AOAC978.10 | %      | 2.94      |
| PROTEINA DUMAS F-6,25 | SEF-PDU AOAC990.03    | %      | 4.28      |

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación de A2LA"

Datos tomados del cuaderno de P-RG-01 Pág.245 / F RG-05 Pág. 73

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote

El laboratorio no se responsabiliza por la representatividad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

- Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente:

20/12/29  
FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por MAYRA  
YADIRA VINUEZA MANOSALVAS  
Fecha y hora: 2020-12-29 12:57:04

Muestra 218143-1 de 218143-1

Pg 1 / 1

#### Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio:

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad [directordecalidad@seidlaboratory.com.ec](mailto:directordecalidad@seidlaboratory.com.ec); Gerencia General [gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec](mailto:gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec); Servicio al Cliente [servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec](mailto:servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec)

Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nizareth 022476314 - 022463145 - 0995450911 - 0992750633