Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Departamento de Agroindustria Alimentaria

Ingeniería en Agroindustria Alimentaria

Proyecto Especial de Graduación

"Desarrollo de harina de banano (*Musa x paradisiaca*) mejorada nutricionalmente, para niños en edad prescolar de la comarca Ngäbe-Buglé, Panamá".

Estudiante

Adriano Abrego Quintero

Asesores

Sandra Karina Espinoza

Adriana Hernandez Santana

Honduras, noviembre 2024

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ADELA ACOSTA MARCHETTI

Directora de Agroindustria Alimentaria

JULIO NAVARRO

Secretario General

Agradecimientos

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres por haberme dado la oportunidad de poder prepárame profesionalmente. Además, a la ingeniera Katherine Alfaro, por su generosa colaboración y las facilidades brindadas en la planta de innovación de alimentos (PIA).

Contenido

Agradecimientos 3

Índice de Cuadros 7

Índice de Figuras 8

Índice de Anexos 9

Resumen 10

Abstract 11

Introducción 12

Materiales y Métodos 15

Ubicación 15

Materiales 15

Proceso de Elaboración de Harina de Banano 16

Aporte Nutricional Teórico de la Harina de Banano y Formulación de Tratamiento 17

Análisis Microbiológico 19

Elaboración de atol de Harina de banano 20

Evaluación Sensorial Preliminar 21

Análisis Físico y Químico 21

Digestión 23

Destilación 24

Titulación 24

Determinación de Minerales (Ca, Fe, Zn) 25

Análisis de Ceniza (Método AOAC 923.03) 25

Analisis de Minerales (Método de la AOAC 985.35) 26

Diseño Experimental 27

Resultados y Discusión 28

Evaluaciones Microbiológicas 28

Prueba Sensorial de Preferencia por Ordenamiento 29

Prueba Sensorial de Aceptación 30

Color 30

Olor 31

Sabor 32

Dulzor 32

Viscosidad 33

Aceptación General 34

Análisis de Correlación de los Atributos Sensoriales 35

Análisis Físico y Químico 36

Color 36

Granulometría 37

Humedad 39

Proteína 41

Minerales (Ca, Fe, Zn) 42

Calcio 42

Hierro 44

Zinc 44

Conclusiones 47

Recomendaciones 48

Referencias 49

Anexos 56

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Aporte nutricional teórico por 100 g de cada tratamiento mejorado nutricionalmente y su aporte por porción basado para obtener el 10% de la Recomendación Diaria Dietética del (INCAP, 2012). 18

Cuadro 2 Formulación de tratamiento de la harina de banano control y mejoradas nutricionalmente. 18

Cuadro 3 Resultados de prueba microbiológica de la harina de banano mejoradas nutricionalmente. 29

Cuadro 4 Resultados de prueba de preferencia por ordenamientos de los Tratamientos 1, 2 y 3..... 30

Cuadro 5 Resultados de análisis sensorial en los tributos de color, olor, sabor, dulzor, espesor y aceptación general del atol elaborado a base de la harina de banano Control y Tratamiento 3. 35

Cuadro 6 Análisis de correlación de los atributos de análisis sensorial del atol elaborado a base de la harina de banano Control y mejoradas nutricionalmente. 36

Cuadro 7 Resultado de análisis de color de la harina de banano (Control) y (Tratamiento 3)..... 37

Cuadro 8 Distribución porcentual granulométrica de la harina de banano Control o trtamiento1 y harina de banano mejorada nutricionalmente (Tratamiento 3). 39

Cuadro 9 Contenido de humedad del Tratamiento 1 (Control) y 3, harina de banano mejorada nutricionalmente. 40

Cuadro 10 Porcentaje de proteína en el Tratamiento 1 o Control y Tratamiento 3, mejorada nutricionalmente. 42

Cuadro 11 Contenido de calcio, hierro y zinc por cada 100 g de harina de banano del Tratamiento 1 o Control y el Tratamiento 3. 46

Índice de Figuras

Figura 1 Flujo de proceso para la elaboración de harina de banano. 17

Índice de Anexos

Anexo A Escala de maduración de VON LOESECKE (1950). 56

Anexo B Cuadro de composición nutricional por cada 100g de harina de banano. 57

Anexo C Información nutricional de la leche entera en polvo Dos Pinos por porción y por 100g. 58

Anexo D Consentimiento informado para la evaluación sensorial.....59

Anexo E Boleta de evaluación sensorial (Aceptabilidad y preferencia).....60

Anexo F Tabla de Basker y Kramer para Definir Valor Crítico en Prueba de Preferencia.....61

Resumen

La desnutrición prevalece en la comarca Ngäbe-Buglé, Panamá, donde el 62% de los niños menores de cinco años tienen retraso del crecimiento, con 40-60% de deficiencia proteica como causa principal. Para abordar esta situación, se desarrollaron tres formulaciones de harina de banano (HB) mejorada nutricionalmente para preparar atol: T1. Control (92% HB, 8% azúcar), T2 (78% HB, 14% leche, 8% azúcar), y T3 (73% HB, 19% leche, 8% azúcar). El objetivo fue evaluar la preferencia y aceptación, y determinar el aporte nutricional de la harina para preescolares. Para la harina se usaron pulpas de bananos Cavendish, deshidratadas y pulverizadas, se adicionó leche entera en polvo y azúcar fortificada con Vitamina A. Los análisis microbiológicos presentaron valores dentro de lo permitido por el Reglamento Técnico Centroamericano (67.04.17:17). Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar, un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias Duncan ($P<0.05$) para el análisis sensorial del atol (30 g de harina con 270 ml de agua cocidos a 80-90 °C por 15 minutos, formando 240 ml de atol); y una prueba t-Student para el análisis estadístico de color, granulometría, humedad, proteína y minerales del T1 y el T3. El T3 fue el más aceptado y preferido, con valores en color L* 80.87, a* 1.68 y b* 12.27, 4.60% de humedad. Aporta 5.30% del Valor de Referencia Nutricional, 14% de proteína, 10% de calcio, 11.5% de hierro y 10% de zinc de los requerimientos diarios por porción (30 g) en preescolares.

Palabras clave: Atol de harina banano, análisis sensorial, deficiencia de proteína, minerales, requerimientos nutricionales diario.

Abstract

Malnutrition is prevalent in the Ngäbe-Buglé region, Panama, where 62% of children under five years old suffer from stunted growth, primarily due to a 40-60% protein deficiency. To address this situation, three nutritionally enhanced banana flour (BF) formulations were developed for preparing a porridge: T1, the Control (92% BF, 8% sugar); T2 (78% BF, 14% milk, 8% sugar); and T3 (73% BF, 19% milk, 8% sugar). The objective of this research was to evaluate preference and acceptance and to determine the nutritional contribution of the flour for preschoolers. Cavendish banana pulp was used for the flour, which was dehydrated and powdered, and whole milk powder and vitamin A-fortified sugar were added. Microbiological analyses showed values within the limits set by the Central American Technical Regulation (67.04.17:17). A Randomized Complete Block Design, an ANOVA, and Duncan's multiple range test were used for the sensory analysis of the porridge (30 g of flour with 270 ml of water, cooked at 80-90 °C for 15 minutes, yielding 240 ml of porridge); and a Student's t-test was applied for the statistical analysis of color, granulation, moisture, protein, and mineral content of T1 and T3. T3 was the most accepted and preferred, with color values of L* 80.87, a* 1.68, and b* 12.27, and 4.60% moisture. It provides 5.30% of the Nutritional Reference Value, 14% of the protein, 10% of the calcium, 11.5% of the iron, and 10% of the zinc of the daily requirements per serving (30 g) for preschoolers.

Keywords: Banana flour porridge, daily nutritional requirements, minerals, protein deficiency, sensory analysis.

Introducción

La desnutrición infantil es unos de los principales problemas a nivel mundial, representa una amenaza para la supervivencia, crecimiento, desarrollo y la salud de millones de niños a nivel global. La (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 2023) en colaboración con el Banco Mundial y la OMS a través del informe "niveles y tendencias de la desnutrición infantil" menciona que, en pleno siglo XXI, alrededor de 45 millones de niños sufren desnutrición aguda grave, 340 millones tienen carencias de micronutrientes, 148 millones presentan retraso del crecimiento y 135 millones de padecen sobrepeso. Estos problemas se deben a que en la actualidad muchos paises presentan alto niveles de pobreza multidimensional, reflejado en la inseguridad alimentaria, falta de acceso a atención médica, deficit en la disponibilidad de servicios básico de saneamientos, niveles bajo de educación de los padres y sus hijos.

Panamá, a pesar de ser un pais con un auge económico envidiable, cuyo ingreso percápita de aproximadamente 18,600 dolares americano (USD) anuales, presenta una gran inequidad en su distribución a lo largo de su territorio, cuyo efecto se ve reflejado en la porcentaje de pobreza multidimensional actual. (Moreno et al., 2018) menciona que "Panamá presenta un 19% de pobreza multidimensional, la cual se distribuye principalmente en las comarcas indigenas, siendo la Comarca Emberá, Ngäbe-Buglé y Guna Yala con mayor representación porcentual". La comarca Ngäbe-Buglé cueta con aproximadamente 235,000 habitantes, cuya población "presenta un total de 96.3% de pobreza (84.8% en pobreza extrema) y un 62% de los niños padece desnutrición crónica" (Universidad Centroamericana - UCA, 2014). La ubicación geográfica, cultura, inadecuado servicio de salud, patrón de consumo alimenticio, planificación familiar y la educación de esta población lo hacen más propenso a aumentar estos porcentajes en los siguientes años.

En un estudio realizado por (Alvarez Trejos, 2016) se menciona que “La situación nutricional actual entre los indígenas del grupo Ngäbe Buglé se ve afectada por la desnutrición de los niños menores de cinco años”. En dicho estudio titulado "Chi Nugue Kwin - niños sanos y felices", se demostró que “la prevalencia de retraso moderado en talla (<-2DE) fue del 46.0% y el 18.0% presentó un retraso en talla severo (<-3DE)”, lo cual refleja la gravedad del problema de desnutrición crónica en esta población, presentando un 34% de adecuación insuficiente en los requerimeinto nutricional diario. No obstante, uno de los problemas más críticos es la deficiencia de proteínas, con un estimado del 40 al 60% de la población infantil de la comarca Ngäbe Buglé afectada (Gobierno de la República de Panamá, 2017)Además, (Alvarez Trejos, 2016) reportaron deficiencias importantes de micronutrientes, como la insuficiencia de zinc (28.2%), hierro (39.1%) y vitamina A y calcio (100%), lo cual subraya la necesidad urgente de implementar estrategias que no solo aborden la deficiencia de proteínas, sino que también consideren estos otros aspectos nutricionales, logrando así, no solo reducir las tasas de desnutrición y mejorar el crecimiento infantil, sino también mejorar la capacidad cognitiva, disminuir la vulnerabilidad a enfermedades y fomentar el desarrollo de una generación más saludable y preparada para contribuir a la sociedad.

El presente estudio se centra en la mejora nutricional de la harina de banano para contribuir en un 10% a los requerimientos diarios de proteínas de niños preescolares, de tres a seis años, basándose en los datos del (Instituto de Nutrición de Centroamerica y Panamá, 2012). Este producto está diseñado para abordar las deficiencias de proteínas en la población infantil de la comarca Ngäbe-Buglé, así como las carencias de los principales micronutrientes identificados en esta comunidad.

Los objetivos planteados en este estudio fueron los siguientes:

Evaluar la aceptación y preferencia de atol de tres formulaciones de harina de banano.

Determinar el aporte nutricional de la harina de banano mejorada nutricionalmente con mayor aceptación y preferencia.

Materiales y Métodos

Ubicación

La investigación se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, situada en el km 30 de la carretera que conduce de TGU a Danlí, en el departamento de Francisco Morazán, Honduras. El proceso de elaboración de la harina de banano y la mejora nutricional con leche se realizó en las instalaciones de la Planta de Innovación de Alimentos (PIA), Además, los análisis físico, químico y microbiológico en los Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) y Laboratorio de Microbiología de Alimentos Zamorano (LMAZ) del Departamento de Agroindustria Alimentaria. Los estudios de evaluación de preferencia y aceptación del producto se realizaron en madres con niños en edades de entre tres a cinco año de la aldea Tabla Grande, San Antonio de Oriente.(Organización Mundial de la Salud, 2018)(Organización Mundial de la Salud, 2018)

Materiales

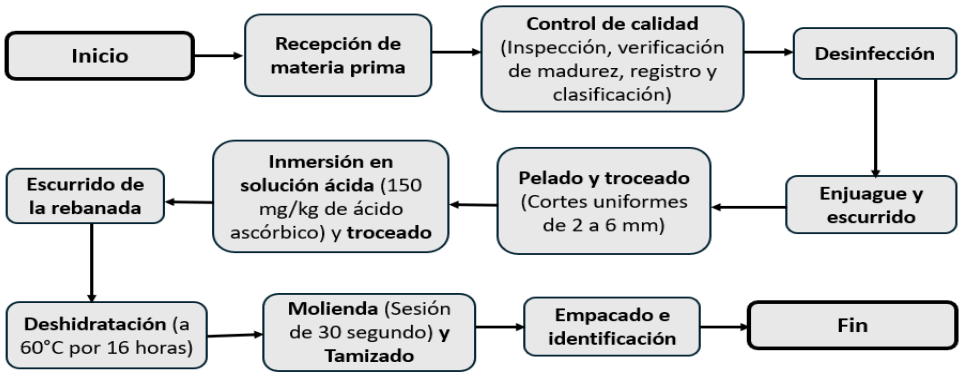
Como materia prima para la obtención de harina, se utilizó las pulpas de banano verde de la variedad Cavendish, Grado de Madurez 2 Escala de VON LOESECKE 1950 (Anexo 1), obtenida de la planta de postcosecha de la Escuela Agrícola Panamericana de Zamorano. Para la mejora nutricional de la harina se incorporó leche en polvo (Anexo 2), para aumentar el contenido de proteína, hierro, zinc, vitamina A, entre otros; y azúcar, cuyo contenido por porción se basó en lo establecido por la (Organización Mundial de la Salud, 2018)que sugiere una ingesta diaria inferior al 5% del valor diario de azúcares para ser considerado bajo en azúcar. Además, en el proceso de elaboración de la harina se utilizó ácido ascórbico para evitar el pardeamiento enzimático de la pulpa de banano.

Proceso de Elaboración de Harina de Banano

La elaboración de harina de banano (Figura 1), se inició con la recepción de la materia prima en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA), los bananos fueron inspeccionados para descartar por daños o enfermedades y se verificó el grado de maduración. Posteriormente, los bananos se sometieron a un proceso lavado y desinfección por inmersión en una solución de cloruro de sodio a 10 ppm, eliminando contaminantes y patógenos. Además, se realizó un enjuague con agua a temperatura ambiente, para eliminar residuos de cloro y se permitió el drenado del exceso de líquido. En el área de preparación, los bananos se pelaron y trozaron manualmente, asegurando cortes uniformes de 2 a 6 mm. Las rodajas se sometieron a un tratamiento antioxidante, con una solución de 150 mg de ácido ascórbico/1.5 L de agua/kilogramo de banano, para prevenir el oscurecimiento y mantener la calidad organoléptica (National Institute of Health, 2019), Estas rodajas se dispusieron en bandejas y se deshidrataron en un deshidratador Excalibur de 9 bandejas a 50 °C durante 16 horas hasta alcanzar una humedad menor al 15%. Las rodajas deshidratadas se pulverizaron utilizando un molino eléctrico Vevor modelo XZ-10B de granos, para obtener una harina fina y homogénea. El proceso de molienda se realizó en varias secciones de 30 segundos cada una y, una vez terminada la molienda, se tamizó la harina para obtener y garantizar la consistencia y homogeneidad del producto final.

Figura 1

Flujo de proceso para la elaboración de harina de banano.



Nota: Proceso de elaboración de harina de banano verde adaptado de (Gonzales 2017).

Aporte Nutricional Teórico de la Harina de Banano y Formulación de Tratamiento

La harina de banano mejorada con leche en polvo y azúcar se desarrolló para niños en edad preescolar (tres a seis años), con el fin de cubrir el 10% de sus requerimientos nutricionales diarios a través de meriendas como atoles o compotas, según lo recomendado por la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición de acuerdo a (Gonzáles Calderón y Expósito de Menas, 2020). Se enfocó en nutrientes clave como proteínas, hierro, vitamina A, zinc y calcio, basándose en las deficiencias observadas en niños de la Comarca Ngäbe-Buglé (Alvarez Trejos, 2016) y el Ministerio de Salud de Panamá (2019). En el Cuadro 1, se muestra los requerimientos diarios para esta población, según el (Instituto de Nutrición de Centroamerica y Panamá, 2012) son 19 g de proteínas, 14 mg de hierro, 325 µg RE de vitamina A, 6 mg de zinc y 600 mg de calcio. Por lo tanto, cada porción de 30 g debería aportar, de manera general, 1.9 g de proteínas, 1.4 mg de hierro, 32.5 µg RE de vitamina A, 0.6 mg de zinc y 60 mg de calcio.

En el Cuadro 2, se refiere las tres formulaciones de los tratamientos: el Tratamiento 1 (T1) contiene 92% de harina de banano y 8% de azúcar, sin inclusión de leche en polvo. El Tratamiento 2 (T2) está compuesto por 78% de harina de banano, 14% de leche en polvo y 8% de azúcar, y el Tratamiento 3 (T3), con 73% de harina de banano, 19% de leche en polvo y 8% de azúcar. El aumento del contenido de la leche mejora el perfil nutricional del producto. Para el establecimiento de los tratamientos se basó en los valores nutricionales de la harina de banano fundamentados en el estudio de López & Carvajal (2012), mientras que el aporte de la leche se estimó a partir de la información contenida en el etiquetado del producto y contenido de azúcar fue calculado según la recomendación de la (Organización Mundial de la Salud, 2018) que sugiere una ingesta diaria inferior al 5% del valor diario de azúcares para ser considerado bajo en azúcar.

Cuadro 1

Aporte nutricional teórico por 100 g de cada tratamiento mejorado nutricionalmente y su aporte por porción basado para obtener el 10% de la Recomendación Diaria Dietética del (INCAP, 2012).

Aporte nutricional de cada tratamiento (100g)					Aporte del 10% en la merienda (30 g)			
Tratamientos	Proteína	Hierro mg	Calcio mg	Zinc mg	Proteína	Hierro mg	Zinc mg	Calcio mg
Control TR1	1	5.5	98	2.6	0.30	1.65	0.78	29.4
Tratamiento 2	4.2	5.3	220.7	2.2	1.26	1.59	0.66	66.21
Tratamiento 3	6	5.2	264.3	2	1.89	1.56	0.60	79.00

Nota. El aporte nutricional teórico de la harina se basó en el estudio de *López & Carvajal (2012)* (Anexo B), la de la leche en su etiquetado (Anexo C) y el contenido de azúcar se basó en lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018).

Cuadro 2

Formulación de tratamiento de la harina de banano control y mejoradas nutricionalmente.

Tratamientos	Harina de Banano verde, grado de maduración 2 (%)	Leche entera en polvo Dos Pinos (%)	Azúcar (%)
Tratamiento 1	92	0	8
Tratamiento 2	78	14	8
Tratamiento 3	73	19	8

Análisis Microbiológico

En el Laboratorio de Microbiología de Alimentos Zamorano (LMAZ), se efectuó las pruebas para determinar la calidad microbiológica de la harina, garantizando su inocuidad y seguridad para el consumo.

Para el análisis microbiológico se realizaron tres pruebas distintas, siguiendo los métodos descritos en el Manual de Prácticas de Laboratorio de Microbiología de Alimentos, actualizado por Guzmán (2024). Para verificar si el producto cumple con los requisitos microbiológicos, se aplicaron los estándares establecidos por el (Organización Mundial de la Salud, 2020)Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.04.50, 2017), que establece los criterios microbiológicos de inocuidad de alimentos, y la (MINSA, 2008) que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

Determinación de Bacterias Mesófilas Aerobias, Coliformes Totales y E. coli, Hongos y Levaduras

Para la evaluación de mesófilos aerobios, coliformes totales, *Echerichia coli*, hongos y levaduras, se utilizaron cajas de Petri estériles debidamente rotuladas y se etiquetaron todos los materiales utilizados. Además, se preparó una gradilla con dos tubos con 9 mL de solución buffer de fosfato, rotulado cada tubo con los factores de dilución correspondientes.

Primero, se preparó la dilución 10^{-1} mezclando cuidadosamente 10 g de harina con 90 ml de diluyente. Luego, se pasó 1 mL de esta dilución a las cajas de Petri rotuladas como "dilución 10^{-1}", utilizando los medios de cultivo específicos para cada grupo microbiano: Agar Cuenta Estándar (ACE) para mesófilos aerobios, Agar Bilis Rojo Violeta (ABRV) y Agar Bilis Rojo Violeta (ABRV) + MUG (ABRV-MUG) para coliformes totales y *Echerichia coli*, y Agar Rosa Bengala y Cloranfenicol (ARBC) para hongos y levaduras. Además, se transfirió 1 mL al segundo tubo para formar la dilución 10^{-2}.

Posteriormente, se dispensó 1 mL de está dilución a las cajas de Petri rotuladas como "dilución 10^{-2}" en los mismos medios de cultivo mencionados anteriormente. Finalmente, se procedió a pasar 1 mL al tercer tubo para formar la dilución 10^{-3}, la cual se colocó en la caja de Petri rotulada como "dilución 10^{-1}" con Agar Bilis Rojo Violeta (ABRV) y Agar Bilis Rojo Violeta (ABRV) + MUG (ABRV-MUG).

Las cajas se taparon, se agitaron suavemente de derecha a izquierda y viceversa. Se esperó a que el agar se solidificara antes de moverlas o invertirlas. Finalmente, las cajas se incubaron a las siguientes temperaturas y tiempos: para mesófilos aerobios a 35 °C durante 48 horas, para coliformes totales y *Echerichia coli* a 35 °C durante 24 horas, y para hongos y levaduras a 25 °C por 72 horas. El método utilizado fue el de vertido en placa, empleando los medios de cultivo previamente fundidos y atemperados a 45 ± 1 °C.

Elaboración de Atol de Harina de Banano

La elaboración del atol se basó en tres tipos de harina: una harina Control y dos mejorada nutricionalmente. El proceso siguió las directrices establecidas por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.01.60, 2023), que especifica tanto la porción de 30 g de harina como la porción líquida de 240 ml para la preparación de productos como lo es el atol. En este caso, Para compensar la pérdida por evaporación durante la cocción, se añadieron 270 ml de agua por porción de harina y final del proceso, se obtuvieron 240 ml de atol en estado semilíquido, lo que indica que aproximadamente 30 ml se evaporaron durante la preparación. Se prepararon las mezclas correspondientes a cada tratamiento, combinando la harina con el agua a temperatura ambiente en una olla, y luego, se cocinó a una temperatura entre 80 y 90 °C durante 15 minutos. Esto permitió alcanzar la consistencia y el volumen adecuados del producto final.

Evaluación Sensorial Preliminar

Se realizó un análisis sensorial afectivo mediante una prueba de aceptación y preferencia en la Aldea Tabla Grande de San Antonio de Oriente, para evaluar el atol preparado con la harina mejorada nutricionalmente con leche en polvo y el control. La prueba se llevó a cabo con 45 madres de niños de tres a seis años, quienes dieron su consentimiento para participar (Anexo D). Se evaluaron cinco atributos: color, olor, sabor, dulzor y aceptación general de tres diferentes formulaciones. Para la prueba de aceptación, se utilizó una escala hedónica de tres puntos, donde 1 representaba "me disgusta", 2 "no me gusta ni me disgusta" y 3 "me gusta", además, las caritas que se presenta en cada valor se utilizaron con la finalidad de facilitar la evaluación a las personas que presenta dificultades de leer (Anexo E).

Adicionalmente, se realizó una prueba de preferencia por ordenamiento en la que las participantes ordenaron los tres tratamientos, asignando 1 al más preferido y 3 al menos preferido. Los resultados fueron tabulados y se sumaron los valores de 1 a 3 por tratamiento, estableciendo que mientras menor fuera la sumatoria, mayor era la preferencia por ese tratamiento. Se utilizó el cuadro de Basker y Kramer para establecer diferencias significativas entre ellos.

Análisis Físico y Químico

En el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ), se llevó a cabo los análisis para determinar las propiedades fisicoquímicas del producto. En este caso, se realizó el análisis físico y químico de la harina de banano Control (Tratamiento 1) y el Tratamiento 3 (mejorada nutricionalmente), la cual, fue de mayor aceptación y preferencia. Se evaluó color, granulometría, humedad, proteína y el contenido de calcio, hierro y zinc.

Color

El análisis de color se realizó utilizando el equipo de colorímetro ColorFlex HunterLab, modelo 45/0y Serie CX0687, siguiendo el método de determinación del color (ASTM E1347-06, D6290-05, E308). Para cada tratamiento, se realizaron tres repeticiones, con datos tomados en duplicado por repetición, registrando los valores L* (luminosidad), a* y b*. El equipo fue calibrado con discos estándar negro y blanco, y se establecieron los parámetros de medición, como la luminosidad, el componente rojo-verde y el componente amarillo-azul.

Granulometría

Se utilizó el método AOAC 965.22 para la determinación de granulometría, realizando tres repeticiones por tratamiento, con datos tomados en duplicado por repetición. Se aseguró que las muestras de harina de banano (Control) y harina mejorada nutricionalmente (Tratamiento 3) estuvieran secas y libres de humedad, tomando una muestra representativa de 50 g de cada tipo. Se utilizaron tamices con aperturas de malla estándar Tyler (10, 20, 30, 40, 60 y 100) y se empleó una máquina de agitación para asegurar la correcta separación de las partículas. Se montaron los tamices en orden decreciente de tamaño de malla y, al principio, se pesaron la torre armada y los tamices por separado. Luego, se colocó la muestra en el tamiz superior, distribuyéndola uniformemente, y se agitaron durante cinco minutos. Posteriormente, se pesaron cada tamiz con la harina retenida, incluida la base o cacerola, y se restó el peso de los tamices vacíos para obtener el peso de la harina en cada tamiz, permitiendo así calcular el porcentaje de distribución de la harina en cada fracción.

Análisis de Humedad

Se utilizó el método AOAC 945.15 para determinar el porcentaje de humedad en muestras de harina de banano control (Tratamiento 1) y harina de banano mejorada nutricionalmente

(Tratamiento 3). Para cada tratamiento, se realizaron tres repeticiones, con datos tomados en duplicado por repetición. En primer lugar, los crisoles se secaron en un horno de convección a 105 °C durante 12 horas para eliminar cualquier humedad residual. Luego, se dejaron enfriar en un desecador por al menos 30 minutos, se enumeraron y se pesaron. Seguidamente, se midieron 3 g ± 0,005 g de cada muestra en los crisoles y se registraron tanto los pesos de los crisoles como los de las muestras. Después de esto, los crisoles con las muestras se colocaron en un horno de convección a 105 °C durante 24 horas. Una vez transcurrido este tiempo, los crisoles se enfriaron en un desecador por 30 minutos adicionales antes de realizar el pesado final. Con los datos obtenidos, se calculó el porcentaje de humedad utilizando la ecuación 1:

$$\%\text{Humedad} = \left[\frac{(\text{C} + \text{M antes} - \text{C} + \text{M seco})}{(\text{C} + \text{M antes} - \text{Crisol})}\right] * 100 \qquad [1]$$

Determinación de Proteína

Se utilizó el método AOAC 2001.11 para la determinación de proteína en las muestras.

Digestión

Se encendió el digestor y se calentó hasta 420 °C. Se pesó 1 ± 0.0050 g de muestra previamente homogenizada sobre papel parafina bajo en nitrógeno, por duplicado. Este peso se anotó como “Peso de muestra”. La muestra se envolvió cuidadosamente y se transfirió a un tubo de digestión numerado. Se agregaron dos tabletas catalizadoras (Kjeltabs) a cada tubo, seguido de 12 ml de ácido sulfúrico concentrado utilizando el dispensador calibrado en la campana de gases. Los tubos se colocaron en la rejilla de tubos digestores, se cubrieron con el extractor, y se abrió la válvula de agua al máximo. La rejilla con los tubos se bajó al digestor precalentado. Después de 15 minutos, se redujo el flujo de agua del extractor, y las muestras se digirieron durante 60 minutos hasta que

adquirieron un color verde. Finalmente, se retiraron los tubos del digestor, se colocaron en un soporte para enfriar y se cubrieron con papel aluminio para reducir la volatilización de nitrógeno.

Destilación

Se introdujo un tubo digestor al destilador con pinzas, y se colocó un matraz Erlenmeyer de 300 ml en el destilador. Se realizó la destilación de la muestra utilizando el programa 1, con los parámetros: 4 minutos de tiempo, 80 ml de agua, 50 ml de NaOH al 40%, y 30 ml de H3BO3. Tras la destilación, se retiró el tubo de digestión con pinzas, teniendo cuidado debido al calor, y se colocó de nuevo en la rejilla. El matraz Erlenmeyer se retiró del destilador y se lavó con agua el tubo del condensador.

Titulación

Se cargó una bureta con 50 ml de ácido clorhídrico 0.1 N y se introdujo una barra agitadora en el matraz Erlenmeyer. El matraz se colocó sobre un agitador magnético. La titulación se realizó agregando ácido lentamente hasta alcanzar el punto final, que se identificó justo antes de que la muestra tomara un color rosado, añadiendo el ácido gota a gota cerca del punto final. El volumen de ácido descargado se anotó como “volumen de ácido”.

Finalmente, para poder calcular el porcentaje de proteína se utilizó Ecuación 2 y 3 respectivamente:

$$Nitrógeno\ cruda, \% = \frac{(Vs - VB) * M * 14.01}{W * 10} \qquad [2]$$

Donde:

Vs: Volumen en (ml) del ácido estandarizado usado para titular la muestra

V_B: Volumen en (ml) de ácido estandarizado para titular el blanco

M: Molaridad de HCL estandarizado

14.01: Peso atómico de nitrógeno

W: Peso (g) de la muestra

10: Factor de conversión mg/g a porcentaje

$$Proteína\ Cruda, \% = \%\ Nitrógeno\ Kjeldahl * Factor \quad [3]$$

Donde:

F: Factor de convertir nitrógeno a proteína

Determinación de Minerales (Ca, Fe, Zn)

Para la determinación de minerales como el calcio, hierro y zinc, se realizó el análisis de ceniza a través de método de la AOAC 923.03.

Análisis de Ceniza (Método AOAC 923.03)

Para la obtención de la ceniza de la harina de banano control y mejorada nutricionalmente, los crisoles fueron incinerados a 550 °C durante la noche, asegurando la completa descomposición de residuos orgánicos. Posteriormente, se pesaron los crisoles secos después de enfriarlos y se añadió en cada crisol una muestra de 3 ± 0.0050 g, registrándose el peso exacto de la combinación crisol-muestra (C+MH). Luego, los crisoles fueron introducidos en el incinerador, manteniéndose a 550 °C durante al menos 6 horas o hasta que las muestras alcanzaron un color gris claro, indicativo de cenizas completamente formadas. Una vez cumplido el tiempo de incineración, se apagó el incinerador y se dejó enfriar el equipo hasta que la temperatura descendió por debajo de los 100 °C. Seguidamente, los crisoles fueron retirados del incinerador y enfriados en el desecador durante 15 minutos, tras lo

cual se procedió a pesar cada crisol con la muestra incinerada (C+CZ) para obtener el peso final. Finalmente, los crisoles fueron lavados e incinerados nuevamente a 550 °C durante la noche, asegurando la eliminación de cualquier residuo remanente.

Analisis de Minerales (Método de la AOAC 985.35)

Para la evaluación de calcio, hierro y zinc en la muestra de harina de banano control y mejorada nutricionalmente, primero se limpió toda la cristalería volumétrica mediante inmersión en HNO_3 al 20% (v/v) durante la noche, y luego se lavó tres veces con agua destilada o desionizada para asegurar su pureza. Posteriormente, se trabajó con las cenizas obtenidas siguiendo el método AOAC 923.03; a las cenizas contenidas en el crisol se les añadieron 5 ml de HNO_3 1 M y se calentaron en un baño de vapor a 95 °C durante 2-3 minutos para promover su disolución. La solución resultante fue transferida a un matraz volumétrico de 50 ml, realizando lavados adicionales al crisol con dos porciones de 5 ml de HNO_3 1 M, que también se agregaron al matraz. Para la determinación del calcio, se añadieron 8.8 ml de solución de Cloruro de Lantano ($LaCl_3$) al 1% a la dilución final de 50 ml de cada estándar y muestra, alcanzando así una concentración de La al 0.1% (p/v), ajustando el volumen si la dilución final variaba. Las concentraciones de calcio, hierro y zinc se mantuvieron dentro del rango lineal especificado por el instrumento. Finalmente, se prepararon dos blancos representativos de toda la cristalería y reactivos empleados, y se desarrolló una curva de calibración para cada mineral. Las soluciones de ensayo se evaluaron en el espectrofotómetro de absorción atómica, y se realizaron los cálculos finales considerando el peso de la muestra y las diluciones aplicadas para obtener las concentraciones de calcio, hierro y zinc.

Diseño Experimental

Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) para analizar la aceptación de los tres tratamientos y tres repeticiones, formando nueve unidades experimentales. Los datos recopilados fueron analizados utilizando el software SAS® versión 9.4, aplicando un análisis de varianza (ANDEVA) para evaluar la significancia del modelo y para detectar diferencias significativas ($P<0.05$) entre las variables se realizó una separación de medias con la prueba de Duncan, Para evaluar variables como humedad, color, proteínas, hierro, zinc y calcio en el análisis físico y químico en la harina de banano se utilizó la prueba t – Student, con dos tratamientos y tres repeticiones, para un total de seis unidades experimentales.

Resultados y Discusión

Evaluaciones Microbiológicas

En la industria alimentaria, no solo es crucial ofrecer productos de calidad y nutritivos, sino también garantizar que sean inocuos y no causen daño al consumidor, es por eso, que los productos alimenticios elaborados deben pasar por pruebas microbiológicas que garanticen su la calidad e inocuidad, además de prevenir la contaminación y deterioro. La (Organización Mundial de la Salud, 2020)menciona que, es un derecho fundamental de los ciudadanos consumir alimentos inocuos. Esto asegura que los productos alimenticios no causarán enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs), tanto a corto como a largo plazo. A nivel microbiológico, los alimentos deben cumplir con los límites máximos permitidos de microorganismos patógenos. Además, es esencial prevenir cualquier tipo de peligro físico y químico en el momento del consumo para garantizar la inocuidad.

Los resultados del análisis microbiológico, de acuerdo con el Cuadro 3 y en conformidad con el (RTCA, 2017/1) que establece los criterios microbiológicos de inocuidad de alimentos, y (MINSA, 2008) que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, muestran que los coliformes totales y *Echerichia coli* se encuentran por debajo de 10 UFC/g, en comparación con el máximo permitido de 100 UFC/g. Las bacterias mesófilas aerobias tienen un conteo de 19,000 UFC/g, significativamente inferior al límite de 100,000 UFC/g, mientras que los hongos y levaduras registran 300 y 800 UFC/g, respectivamente, ambos muy por debajo del máximo de 10,000 UFC/g. Estos resultados se justifican por el estricto control de inocuidad durante la elaboración de la harina y el bajo porcentaje de humedad (4.55%), lo que impidió la proliferación de microorganismos y redujo el riesgo de contaminación, cumpliendo con lo señalado por (Alessi Cusati y Ekmeiro Salvador, 2020)quienes mencionan que en alimentos inocuos y con baja

humedad, los microorganismos son escasos debido a que las condiciones limitan su capacidad de crecimiento.

Cuadro 3

Resultados de prueba microbiológica de la harina de banano mejoradas nutricionalmente.

Microorganismos evaluados	Resultados	Máximo permitido
Coliformes totales	<10.00 UFC/g	100 UFC/g
Echerichia coli	<10.00 UFC/g	100 UFC/g
Bacteria mesófila aerobia	19, 000 UFC/g	100000 UFC/g
Hongos	300 UFC/g	10000 UFC/g
Levaduras	800 UFC/g	10000 UFC/g

Nota. Máximo permitido: Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas. Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA). UFC/g: Uniformadora de colonia por gramos de producto.

Prueba Sensorial de Preferencia por Ordenamiento

La prueba sensorial de preferencia constituye una herramienta fundamental que, además de identificar, permite conocer la preferencia relativa de los consumidores entre diferentes productos, organizándolos de acuerdo con el nivel de preferencia, desde el más preferido hasta el menos preferido. Esto no solo facilita la segmentación de los consumidores en grupos con preferencias similares, sino que también posibilita la identificación de nuevos nichos de mercado (Ramirez-Navaz, 2012).

Se realizó una evaluación preliminar de preferencia con 45 panelistas. Los resultados fueron analizados mediante la Prueba de Basker y Kramer, determinándose un Valor Crítico de 22.2 (Anexo F). Dado que todos los valores absolutos de las diferencias en la suma de categorías presentadas en el Cuadro 4 superan el punto crítico de 22.2, se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Estos resultados estadísticos reflejan las preferencias de los consumidores, quienes mostraron una mayor preferencia por el Tratamiento 3 (72% harina de banano + 20% leche en polvo + 8% azúcar). Seguido por el Tratamiento 2 (78% harina de banano + 14% leche en polvo + 8% azúcar) siendo el segundo más preferido. Por último, el Tratamiento 1, que funcionó como control (92% harina de banano + 8% azúcar), resultó ser el menos preferido. Además, se observó que la preferencia entre tratamientos estaba directamente relacionada con el porcentaje de leche en polvo añadido. Es decir, a mayor concentración de leche, mayor fue la preferencia por parte de los consumidores. Esto se debe a que la leche no solo aporta valor nutricional, sino que también ejerce una influencia significativa en el sabor del producto (Gonzáles Altamiro, 2022)lo cual, a su vez, impacta en la preferencia de este por parte de los consumidores (Casado Cimiano y García Alvarez, 2006).

Cuadro 4

Resultados de prueba de preferencia por ordenamientos de los Tratamientos 1, 2 y 3.

Suma de categoría				
Tratamientos		Control (TR1)	Tratamiento 2	Tratamiento 3
	Suma de categoría	124	92	54
Control (TR1)	124	0	32	70
Tratamientos 2	92	-32	0	38
Tratamientos 3	54	-70	-38	0

Nota. T1 control (92% Harina de banano y 8% azúcar). T2 (78% Harina de banano, 14% de leche en polvo y 8% de azúcar). T3 (72% Harina de banano, 20% de leche en polvo y 8% de azúcar). Punto crítico: 22.2.

Prueba Sensorial de Aceptación

Color

El color es un atributo sensorial crucial en la evaluación de alimentos, ya que es el primer aspecto que los consumidores perciben y puede influir significativamente en la aceptación de un producto (Rasines Elena, 2019). Este parámetro, medible de manera cuantitativa, no solo define la

apariencia atractiva del alimento, sino que también proporciona indicios sobre su identidad y sabor. Por su parte (Severiano Pérez, 2019) menciona que, el color de un producto puede influir en la percepción de otros estímulos, como el aroma o el sabor.

Este atributo se evaluó en tres tratamientos distintos, y según los resultados presentados en el Cuadro 5, se demostró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en la aceptabilidad del color entre los tratamientos. El Tratamiento 3, con 72% de harina de banano, 20% de leche en polvo y 8% de azúcar, y el Tratamiento 2, con 78% de harina de banano, 14% de leche en polvo y 8% de azúcar, no mostraron diferencias significativas y fueron los de mayor aceptación, evaluados como “Me gusta”. Finalmente, el Tratamiento 1, que actuó como control en este estudio, fue significativamente diferente y obtuvo la menor aceptabilidad en cuanto al color valorado como “No me gusta, ni me disgusta”. La adición de leche en polvo mejoró la aceptación del atributo de color.

Olor

El atributo de olor se evalúa a través de la percepción olfativa, la cual desempeña un papel crucial en la identificación, descripción y comparación de diferentes productos (Zuluaga Arroyave, 2017)

En el Cuadro 5, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la aceptabilidad del olor entre los tratamientos. El Tratamiento 3 (72% de harina de banano, 20% de leche en polvo y 8% de azúcar) mostró la mayor aceptabilidad “Me gusta”, seguido por el Tratamiento 2 (78% de harina de banano, 14% de leche en polvo y 8% de azúcar), que fue el segundo más aceptado en términos de olor. En contraste, el Tratamiento 1 o Control (92% de harina de banano y 8% de azúcar) presentó un olor significativamente diferente y obtuvo la menor aceptabilidad de los panelistas. Estas diferencias en el olor pueden atribuirse a las variaciones en el contenido de ingredientes, ya que, según (Colorado

Peralta y Rivera, 2014)las combinaciones de ingredientes generan perfiles aromáticos distintos que influyen en la percepción olfativa. Demostrando así que el aumento en la concentración de leche en el Tratamiento 3 contribuye significativamente en la aceptación del olor del producto, tal como lo señala (Gonzáles Altamiro, 2022).

Sabor

El sabor es una variable sensorial clave en las decisiones de los consumidores sobre los alimentos, ya que desempeña un papel fundamental en la evaluación de los productos alimenticios. Su función es contribuir a la creación de productos alimenticios que cumplan con las expectativas sensoriales y generen experiencias positivas en los consumidores (Rodríguez et al., 2015)

Considerando su importancia, en este estudio el atributo se evaluó en tres tratamientos distintos, y según los resultados presentados en el cuadro 5, se demostró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en la aceptabilidad del sabor entre los tratamientos. El Tratamiento 3 presentó la mayor aceptabilidad valorado como “Me gusta”, seguido por Tratamiento 2 siendo el segundo más aceptado. Además, el Tratamiento 1 o control, obtuvo la menor aceptabilidad por parte de los panelistas. Estas diferencias entre los tratamientos se atribuyen a la adición de leche en los Tratamientos 1 y 2. Según (Lopez Barrera y Vaquero Peraza, 2013), las variaciones en las proporciones de los ingredientes influyen en el perfil gustativo, lo que a su vez impacta la percepción del sabor final.

Dulzor

El dulzor es una característica fundamental en alimentos y bebidas, ya que, define la percepción de sabor dulce y juega un papel clave en la experiencia gustativa, influenciando la preferencia y aceptación de los productos (Gonzáles y Reyes, 2023). A pesar de que actualmente se

están reemplazado azúcares por edulcorantes para reducir efectos nocivos en la salud, el contenido de azúcar en este estudio se basó en la recomendación de la (Organización Mundial de la Salud, 2018) la cual, recomienda una ingesta menor al 5% del valor diario de azúcar para ser considerado bajo en azúcar. Además, al tratarse de un producto destinado a niños de tres a seis años, se consideró crucial la concentración de azúcar para garantizar adecuadas pautas nutricionales.

Este atributo se evaluó en los tres tratamientos, y según los resultados presentados en el Cuadro 5, se demostró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en la aceptabilidad del dulzor entre los tratamientos. El Tratamiento 3 presentó la mayor aceptabilidad, calificado como “No me gusta, ni me disgusta”, seguido por Tratamiento 2 siendo el segundo más aceptado y el Tratamiento 1 o control, obtuvo la menor aceptabilidad por parte de los panelistas, evaluado como “No me gusta”. La diferencia en el dulzor se debe a la influencia de la leche, que alteró la percepción del consumidor. Esto se debe a que la leche contiene lactosa, un azúcar natural que contribuye al sabor dulce del producto (Espinoza et al., 2022).

Viscosidad

La viscosidad es un atributo sensorial que define la percepción del grosor o densidad de un producto, por lo tanto, influye en su textura y consistencia (Castro y Sampallo, 2014). Cabe mencionar, que se realizó esta evaluación con la finalidad de asegurar que el producto tenga la textura deseada, su capacidad para ser mezclado o servido, y su percepción general en cuanto a calidad y atractivo.

Este atributo se evaluó en tres tratamientos distintos, y según los resultados presentados en el Cuadro 5, se demostró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en la aceptabilidad del espesor entre los tratamientos. El Tratamiento 3 y el Tratamiento 2 no presentaron diferencias significativas en la aceptabilidad, valorados como “Me gusta”. El Tratamiento 1 o Control, fue el de

menor aceptabilidad por parte de los panelistas, evaluado como “No me gusta, ni me disgusta”. Esto se debe a que el Tratamiento 1 presenta la mayor concentración de carbohidratos en su formulación, evidenciando un alto contenido de almidones, los cuales son determinantes en el espesor del producto. Según(Lovera, 2015) los almidones juegan un papel crucial en las propiedades reológicas, influyendo directamente en la viscosidad y espesor, lo que a su vez impacta de manera significativa en la percepción sensorial y aceptación de los consumidores.

Aceptación General

La aceptación general del producto se basa en la evaluación de diversos atributos, incluyendo apariencia, color, olor y textura (Ahn, 2022). Cada uno de estos factores contribuye a la percepción total del producto, ya que la combinación de su aspecto visual, su color, su aroma y su textura influye en cómo es recibido por los consumidores.

La aceptación general se evaluó los tres tratamientos, y según los resultados presentados en el Cuadro 5, se demostró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en la aceptabilidad general entre los tratamientos. El Tratamiento 3 fue el más aceptado con una media de 2.84, destacándose en atributos como sabor, dulzor y espesor, lo que sugiere una experiencia sensorial superior, siendo valorado como “Me gusta”. El Tratamiento 2 ocupó el segundo lugar con una media de 2.44, mostrando mejoras significativas en comparación con el Control (TR1), que tuvo la media más baja de 1.98. Esta diferencia en la aceptación general se debe a que el Tratamiento 3 ofreció un perfil sensorial más equilibrado y satisfactorio, mientras que el Control (TR1) mostró deficiencias en varios atributos clave, afectando negativamente su aceptación general.

Cuadro 5

Resultados de análisis sensorial en los tributos de color, olor, sabor, dulzor, espesor y aceptación general del atol elaborado a base de la harina de banano Control y Tratamiento 3.

Tratamientos	Color	Olor	Sabor	Dulzor	Viscosidad	Aceptación general
	Media ± Desviación Estándar					
TR1 (Control)	2.29±0.79[b]	2.00±0.67[c]	1.55±0.62[c]	1.37±0.65[c]	2.33±0.82[b]	1.98±0.45[c]
Tratamiento 2	2.60±0.62[a]	2.31±0.60[b]	2.20±0.69[b]	2.04±0.73[b]	2.62±0.58[a]	2.44±0.55[b]
Tratamiento 3	2.80±0.55[a]	2.60±0.69[a]	2.77±0.47[a]	2.44±0.65[a]	2.76±0.48[a]	2.84±0.37[a]
C.V. %	25.91	28.52	27.88	34.93	25.20	19.11

Nota. ([a, b, c]): Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa (P> 0.05). %C.V.: Coeficiente de Variación. D.E.: Desviación Estándar. La escala hedónica de tres puntos, donde: 1 no me gusta, 2 no me gusta ni me disgusta y 3 me gusta. TR1 control (92% Harina de banano y 8% azúcar). T2 (78% Harina de banano, 14% de leche en polvo y 8% de azúcar). T3 (72% Harina de banano, 20% de leche en polvo y 8% de azúcar), P> 0.05: Probabilidad.

Análisis de Correlación de los Atributos Sensoriales

El análisis de correlación de Pearson (Cuadro 6), realizado sobre el color, olor, sabor, dulzor y viscosidad en los tratamientos de atoles de banano, reveló correlaciones positivas y significativas con la aceptación general. El sabor con 0.67, mostró una correlación positiva media, siendo el atributo más influyente, seguido por el dulzor con 0.59, igualmente con una correlación positiva media, y finalmente el olor con 0.47, el color con 0.43 y la viscosidad con 0.34, presentaron correlaciones positivas débil. Esto indica que una mejora en estos atributos se asocia con una mayor aceptación del producto (Hernández Lalinde et al., 2018). Estos resultados sugieren que, para mejorar la aceptación de los atoles de banano, se debe priorizar el desarrollo de sabores y niveles de dulzor atractivos, además de considerar los aspectos visuales y olfativos en la formulación del producto (Hernández Lalinde et al., 2018)

Cuadro 6

Análisis de correlación de los atributos de análisis sensorial del atol elaborado a base de la harina de banano Control y mejoradas nutricionalmente.

	Coeficientes de correlación de Pearson, N = 135				
Aceptación general	Color	Olor	Sabor	Dulzor	Espesor
CCP	0.43	0.47	0.67	0.59	0.34
Probabilidad	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Nota. Número de observaciones: 135. P> 0.05: Probabilidad. CCP: Coeficiente de Correlación de Pearson.

Análisis Físico y Químico

Color

El color de los alimentos es un factor clave que afecta la percepción del consumidor y puede variar con el tiempo, por lo que es crucial medir y controlar estos cambios para asegurar la calidad del producto (Rettig y Ah-Hen, 2014)Las mediciones de color pueden realizarse de manera visual, mediante la percepción humana, o de forma instrumental, utilizando un colorímetro, e incluso a través de visión digital. En este estudio, se empleó el sistema de Colorflex Hunter L*a*b*.(Melgar Flores, 2004) menciona que, los valores del eje a* son clave en este estudio porque indican la intensidad del color rojo, mientras que el eje L* muestra el nivel de negro y el eje b* indica la intensidad de amarillo o azul.

En este estudio, el análisis de color en el Cuadro 7, muestra que el Tratamiento 3 es ligeramente más oscuro que el Control (TR1), con una luminosidad L* de 80.87 frente a 82.81. Además, tiene una mayor intensidad de rojo con un valor a* de 1.68 en comparación con 1.29 del Control, y un incremento en la intensidad de amarillo con un valor b* de 12.27 frente a 10.94 del Control. Las diferencias en los parámetros L*, a*, y b* entre el Tratamiento 1 y el Tratamiento 3 se deben a la inclusión de leche en el Tratamiento 3. Según (Hiroshi et al., 2020) la leche afecta la luminosidad y la

intensidad del color debido a sus propiedades y su interacción con el azúcar, alterando así los valores de rojo y amarillo.

Comparado con estudios previos, como el de (Colmerares Leal, 2009) en harina de plátano o banano, donde se reportaron valores de L* de 87.57, a* de 1.75 y b* de 9.74, los resultados del presente estudio muestran una luminosidad menor, una intensidad de rojo comparable al Tratamiento 3, y una mayor intensidad de amarillo en comparación con los resultados obtenidos en ese estudio.

Cuadro 7

Resultado de análisis de color de la harina de banano (Control) y (Tratamiento 3).

Tratamientos	Análisis de color		
	Media ± Desviación Estándar		
	L*	a*	b*
TR1 (Control)	82.81 ± 0.20	1.29 ± 0.12	10.94 ± 0.59
Tratamiento 3	80.87 ± 0.04	1.68 ± 0.03	12.27 ± 0.05
Probabilidad	<.0001	0.0049	0.0175
%C.V.	0.172	5.65	3.78

Nota. %C.V.: Coeficiente de variación. TR1 control (92% Harina de banano y 8% azúcar). T3 (72% Harina de banano, 20% de leche en polvo y 8% de azúcar), P> 0.05: Probabilidad.

Granulometría

El análisis granulométrico de las harinas es crucial para la industria alimentaria, ya que facilita la estandarización y el control de los procesos de producción, además, permite identificar los requisitos de la materia prima y asegura que se cumplan los parámetros legales relacionados con el tamaño de las partículas (Rios, Maiara Jaianne Bezerra Leal et al., 2018).

En el análisis granulométrico de este estudio, los resultados obtenidos de acuerdo con el Cuadro 8 muestran que el Tratamiento 3 retiene un 3.7% de partículas en el tamiz de 20 de abertura, frente al 1.3% del Control (TR1), indicando una mayor presencia de partículas grandes. En el tamiz de

30, el Tratamiento 3 tiene un 11.6%, mientras que el Control retiene un 5.5%, lo que sugiere una mayor proporción de partículas de tamaño intermedio en el Tratamiento 3. En el tamiz de 40, el Tratamiento 3 retuvo un 11.6%, valor superiore al Control con 5.4%. Para el tamiz de 60, el Tratamiento 3 retiene un 21.4%, notablemente superior al 7.6% del Control, lo que indica una mayor proporción de partículas finas. Finalmente, en el tamiz de 100, el Control retiene un 34.5% de partículas, frente al 17.0% del Tratamiento 3, mostrando que el Control tiene una mayor cantidad de partículas muy finas. En la cacerola, el Control presenta un 44.6% de partículas, mientras que el Tratamiento 3 retiene un 33.8%, sugiriendo que el Control tiene una mayor cantidad de partículas extremadamente finas, siendo beneficioso, ya que, una harina con alta uniformidad en la granulometría promueve una mejor calidad sensorial en términos de textura, sabor y apariencia del producto final (Cruzado Muñoz, Lizbeth del Pilar y Valdiviezo Quipuscoa, 2021). Las diferencias en la distribución granulométrica entre el Tratamiento 3 y el Control pueden atribuirse a la leche en polvo presente en el Tratamiento 3. Según (Fallas et al., 2012) la leche entera en polvo Dos Pinos contiene un 26% de grasa y un 5% de humedad, sin agentes antiaglutinantes, lo que facilita el aglutinamiento de las partículas y aumenta su tamaño. (Cabassi et al., 2017) también menciona que las propiedades de humedad y grasa de la leche en polvo favorecen la formación de aglomerados cuando se mezcla con otros productos con distintas propiedades física, lo que explica la mayor proporción de partículas grandes e intermedias en el Tratamiento 3. Además, (van de Walle, 2021)señala que la falta de agentes antiaglomerantes en la leche en polvo facilita que las partículas se unan, lo que justifica la menor cantidad de partículas muy finas en el Tratamiento 3 frente al Control.

Cuadro 8

Distribución porcentual granulométrica de la harina de banano Control o trtamiento1 y harina de banano mejorada nutricionalmente (Tratamiento 3).

Tratamientos	Distribución Granulometría (%)					
	Media ± Desviación Estándar					
	Tamiz 20	Tamiz 30	Tamiz 40	Tamiz 60	Tamiz 100	Cacerola
TR1 - Control	1.3 ± 0.20	5.5 ± 0.55	5.4 ± 0.15	7.6 ± 0.15	34.5 ± 1.49	44.6 ± 1.8
Tratamiento 3	3.7 ± 0.30	11.6 ± 0.57	11.6 ± 0.80	21.4 ± 0.70	17.0 ± 0.23	33.8 ± 0.8
Probabilidad	0.0004	0.0002	0.0002	<.0001	<.0001	0.0007
%C.V.	10.83	6.57	6.82	3.50	4.13	3.56

Nota. %C.V.: Coeficiente de variación. TR1 control (92% Harina de banano y 8% azúcar). T3 (72% Harina de banano, 20% de leche en polvo y 8% de azúcar), P> 0.05: Probabilidad.

Humedad

La humedad es un factor clave en el proceso de secado y eliminación de la humedad libre en productos como la harina de banano. Su nivel está estrechamente vinculado con varios aspectos biológicos que pueden provocar el deterioro del producto, afectando tanto su calidad nutricional como su valor económico, ya que incide directamente en la calidad y el peso del producto(Saavedra Mazón y Vélez Solórzano, 2022). Por su parte (Maradiaga Ramos, 2023) menciona que este atributo esencial puede afectar significativamente una variedad de características sensoriales y funcionales, como la textura, el sabor y la estabilidad del producto.

En este estudio se evaluó la humedad en dos tratamientos, el Tratamiento 1, considerado como Control, y el Tratamiento 3, mejor aceptado y preferido sensorialmente, utilizando el método AOAC 945.15/950.46B. Según los resultados presentados en el Cuadro 9, no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la humedad entre ambos tratamientos, con valores de 4.47% y

4.70%, respectivamente. (Estrada García et al., 2021) reportaron resultados inferiores, con un 2.86% de humedad en la harina de banano evaluada. Mientras (Lucio García, Melissa del Rocío y Mosquera Macías, 2021) encontraron un resultado de 4.92% de humedad, la cual es casi similar a los resultados de este estudio.

Estos resultados confirman que el producto en estudio tiene un bajo contenido de humedad, lo cual es un indicativo de una vida de anaquel más prolongada, ya que, el (RTCA, 2017/1) y la (NOM-247-SSA1, 2009) menciona que una harina debe contener menos del 14% de humedad. Además, (Saavedra Mazón y Vélez Solórzano, 2022) señala que una humedad por debajo del 10% puede inhibir la actividad de muchos microorganismos, disminuyendo así el riesgo de deterioro y extendiendo la vida útil del producto. Sin embargo, una humedad del 5% garantiza una estabilidad microbiológica completa y evitar la proliferación de microorganismos más resistentes. De esta manera, un nivel de humedad tan bajo como el producto evaluado crea un entorno hostil para el crecimiento microbiano, contribuyendo a mantener los alimentos seguros y estables durante períodos prolongados de almacenamiento.

Cuadro 9

Contenido de humedad del Tratamiento 1 (Control) y 3, harina de banano mejorada nutricionalmente.

Tratamientos	Humedad (%)
	Media ± Desviación Estándar
Control – Tratamiento 1	4.50 ± 0.04
Tratamiento 3	4.60 ± 0.09
Probabilidad	0.1656
%C.V.	1.64

Nota. %C.V.: Coeficiente de variación. TR1 control (92% Harina de banano y 8% azúcar). T3 (72% Harina de banano, 20% de leche en polvo y 8% de azúcar), P> 0.05: Probabilidad.

Proteína

La determinación de proteínas en los alimentos es esencial para asegurar la calidad nutricional, cumplir con regulaciones alimentarias, y guiar tanto el desarrollo de productos como la investigación científica (Sandoval Guillén, 2022). Por su parte, (Carbajal Azcona, 2013) menciona que este constituyente es esencial para todas las células, forman los tejidos, regulan el metabolismo y son indispensables para el crecimiento y la reparación constante del cuerpo.

En este estudio se evaluó el porcentaje de proteína en dos tratamientos: el Tratamiento 1 (control), y el Tratamiento 3 (considerado mejor tratamiento, mejorada nutricionalmente). Según los resultados presentados en el Cuadro 10, se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el porcentaje de proteína, destacándose el Tratamiento 3 con un aporte nutricional de aproximadamente 8.89%, mientras que el tratamiento control mostró una concentración de 4.53%, quedando como segunda opción en la evaluación. Investigaciones previas en harina de banano sin mejora nutricional, reportaron concentraciones de proteína de 5.43% (Lucio García, Melissa del Rocío y Mosquera Macías, 2021), superior a los resultados de este estudio y (Saavedra Córdova, 2022) encontró un 3.2%, inferior a los hallazgos de este estudio. Estas variaciones en el contenido proteico se atribuyen principalmente a las diferentes variedades de banano (*Musa x paradisiaca)* utilizadas y al grado de maduración (Chevez Véliz, Hernán Humberto et al., 2024)

Los resultados del Tratamiento 3 indica que el producto es una fuente de proteína, ya que aporta un 17.78% del Valor de Referencia Nutricional (VRN) por cada 100 g. Según el (RTCA, 2023) para que un producto se clasifique como fuente de proteína, debe contener al menos el 10% del VRN

por cada 100 g de producto sólido, el 5% del VRN por cada 100 ml de líquidos, o el 10% del VRN por porción de alimento. Sin embargo, al evaluar las porciones recomendadas, el Tratamiento 3 no alcanza el 10% del VRN, lo que significa que no cumple con el criterio en base a la porción. Igualmente, el Tratamiento 1 (Control) no cumple con el Valor de Referencia Nutricional en base a 100 g, ni en base a la porción. Además, se determinó que el Tratamiento 3 ofrece el 14 % de los 19 g/día del requerimiento nutricional diario en proteína, para los niños en edad prescolar, brindado por el (Instituto de Nutrición de Centroamerica y Panamá, 2012). Cabe mencionar que, el incremento en el contenido proteico del Tratamiento 3 se atribuye a la inclusión de leche, que es rica en proteínas de alto valor biológico. Según (Sánchez et al., 2020) la leche aporta proteínas fácilmente digeribles, como la caseína y el suero (lactoglobulina y lactoalbúminas), siendo esto un factor influyente en el aumento de la proteína en el producto final.

Cuadro 10

Porcentaje de proteína en el Tratamiento 1 o Control y Tratamiento 3, mejorada nutricionalmente.

Tratamientos	Proteína (%)
	Media ± Desviación Estándar
Control – Tratamiento 1	4.53±0.20
Tratamiento 3	8.89 ±0.73
Probabilidad	0.0006
%C.V.	7.98

Nota: % C.V.: Coeficiente de variación. TR1 control (92% Harina de banano y 8% azúcar). T3 (72% Harina de banano, 20% de leche en polvo y 8% de azúcar), P> 0.05: Probabilidad.

Minerales (Ca, Fe, Zn)

Calcio

El calcio es el mineral más abundante en el cuerpo, y es fundamental para la fortaleza ósea y dental, además de ser clave en el movimiento muscular, la transmisión nerviosa y la circulación sanguínea (National Institute of Health, 2022b)En los niños, este mineral resulta crucial, ya que contribuye al crecimiento y desarrollo de huesos y dientes fuertes, lo que es esencial en los primeros años de vida para asegurar una base sólida de salud ósea en el futuro. Un consumo adecuado de calcio no solo previene problemas de crecimiento, sino que también fortalece el sistema inmunológico y favorece el desarrollo integral de los menores.

De acuerdo con los resultados presentados en el Cuadro 11, se observó una diferencia significativa en el contenido de calcio entre el Tratamiento 1 (Control) y el Tratamiento 3. Este último, al incluir 20 g de leche por cada 100 g de producto, mostró un contenido de calcio superior, alcanzando los 60.02 mg/ porción de 30 g. Cabe destacar que, según el etiquetado nutricional de la leche (Anexo C), cada porción de 32 g aporta 313 mg de calcio. Estas diferencias resaltan la efectividad de la inclusión de lácteos en las formulaciones alimenticias para cubrir mejor los requerimientos nutricionales infantiles. (Instituto de Nutrición de Centroamerica y Panamá, 2012)recomienda que un niño en edad preescolar consuma entre 800 mg de calcio por día para asegurar su desarrollo óptimo y este producto cubre el 10% de los requerimientos diario de calcio por porción de 30 g. (Rodríguez Huertas et al., 2020) señala que la leche es una fuente primaria de calcio debido a su alta biodisponibilidad, lo que permite que el cuerpo lo absorba y utilice de manera eficiente, a diferencia de otras fuentes que pueden tener menor aprovechamiento. La incorporación de leche en mezclas alimenticias incrementa de manera notable el contenido de calcio del producto final, un beneficio especialmente valioso en alimentos dirigidos a la población infantil, quienes dependen de este mineral para el desarrollo de una estructura ósea robusta y saludable (Farré Rovira, 2015).

Hierro

El hierro es un mineral necesario para una amplia variedad de funciones como el transporte de oxígeno, la proliferación celular, inmunidad, síntesis de ADN, producción de energía, entre otras (Durán et al., 2017). El requerimiento fisiológico de hierro en cada etapa de la vida está determinado por el cambio a que se enfrenta el organismo. (Forrellat Barrios, 2017) menciona que un individuo con un desbalance negativo de hierro en su organismo por un tiempo prolongado puede causar anemia.

De acuerdo con el Cuadro 11, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El Tratamiento 3, con la adición de 20 g de leche por cada 100 g de producto, mostró un contenido superior de hierro, con un promedio de 1.16 mg/ porción de 30 g, en comparación con el Tratamiento Control (Tratamiento 1), que registró 0.61 mg/ por porción de 30 g. Es importante señalar que, de acuerdo con el etiquetado nutricional de la leche (Anexo C), una porción de 32 g de leche aporta 1.4 mg de hierro. El (Instituto de Nutrición de Centroamerica y Panamá, 2012) recomienda un consumo diario de hierro de 14 mg para niños en edad preescolar, y este producto cubre el 11.5% de dicho requerimiento. Este aporte es relevante, ya que el hierro es un mineral esencial para el desarrollo cognitivo, físico e inmunológico, al facilitar el transporte de oxígeno en el cuerpo y prevenir la anemia, lo cual contribuye positivamente al crecimiento y aprendizaje en los niños.

Zinc

Según el (National Institute of Health, 2022a) el zinc es un nutriente esencial para la salud, que fortalece el sistema inmunitario para combatir infecciones, facilita la producción de ADN y proteínas, y resulta indispensable en etapas como la infancia y la adolescencia para asegurar un crecimiento y desarrollo óptimos. El zinc puede ser suministrada a través de alimentos ricos en este

nutriente, como carnes rojas, mariscos, pollo, frutas, vegetales y semillas, además, de otros productos mejorados nutricionalmente como la harina de banano. (Restrepo Caro et al., 2016) señalan que la deficiencia de zinc puede causar baja estatura, trastornos de la piel, mala cicatrización, deterioro cognitivo, diarrea, inmunidad celular deficiente y frecuentes infecciones.

En el Cuadro 11 se muestra que no se presentaron diferencias significativas en el contenido de zinc entre el Control o Tratamiento 1 con 0.56 mg/ por porción de 30 g y el Tratamiento 3 con 0.61 mg/ porción de 30 g. El (Instituto de Nutrición de Centroamerica y Panamá, 2012), recomienda un consumo de 6 mg de zinc por día.

En el Anexo C se observa que la leche en polvo utilizada en la elaboración del producto no presenta valores de contenido de zinc por porción en su etiquetado. (Fallas et al., 2012) evaluaron la composición nutricional de la leche entera en polvo Dos Pinos y concluyeron que algunos de sus productos carecen de ciertos nutrientes específicos, como zinc, hierro o algunas vitaminas, debido a variaciones en el proceso de fortificación y a un enfoque en nutrientes primarios específicos que buscan priorizar. Esto podría explicar la falta de diferencias significativas entre ambos tratamientos evaluados en el estudio, al no estar fortificados con estos micronutrientes.

Cuadro 11

Contenido de calcio, hierro y zinc por cada 100 g de harina de banano del Tratamiento 1 o Control y el Tratamiento 3.

Tratamientos	Minerales mg/ porción de 30g		
	Media ± Desviación Estándar		
	Ca	Fe	Zn
Control – Tratamiento1	20.75 ± 0.24	0.61 ± 0.02	0.56 ± 0.05
Tratamiento 3	60.02 ± 0.17	1.16 ± 0.12	0.61 ± 0.02
Probabilidad	<.0001	<. 0.001	0.1455
%C.V.	0.51	9.44	18.37

Nota: % C.V.: Coeficiente de variación. TR1 control (92% Harina de banano y 8% azúcar). T3 (72% Harina de banano, 20 % de leche en polvo y 8% de azúcar), P> 0.05: Probabilidad. Ca: Calcio, Fe: Hierro, Zn: Zinc.

Conclusiones

El tratamiento con 72% de harina de banano, 20% de leche en polvo y 8% de azúcar fue el más destacado en términos de aceptación y preferencia, lo que demuestra que la incorporación de leche mejoró el perfil sensorial del producto, siendo el sabor y el dulzor los factores clave que más influyeron en la aceptación general.

Se determinó que el tratamiento con 20% de leche incorporada, proporciona 5.30% del Valor de Referencia Nutricional (VRN) de proteínas en cada porción de 30 g. Además, contribuye de manera significativa a cubrir el 14% de los requerimientos diarios de 19 g de proteínas, así como el 10% de los 800 mg de calcio, el 11.5% de los 14 mg de hierro y el 10% de los 6 mg de zinc, nutrientes esenciales para el adecuado desarrollo de niños en edad preescolar.

Recomendaciones

Realizar el análisis sensorial de los productos en niños en edad preescolar de la comarca Ngäbe-Buglé, ampliando el número de panelistas, para obtener resultados más representativos y precisos, reflejando mejor las preferencias culturales y asegurando que los productos se ajusten a las necesidades de la población local.

Incorporar saborizantes y colorantes naturales con el fin de mejorar los atributos sensoriales del producto, asimismo, utilizar edulcorantes naturales como alternativa al azúcar, realizando pruebas de sabor y estabilidad para optimizar el perfil sensorial.

Realizar pruebas para la incorporación de la harina mejorada en otros productos como galletas, panqueques, tortillas, pudín, entre otros.

Referencias

Ahn, F. von. (2022). *Identificación de los impulsores de la aceptación sensorial e intención de compra de snacks en consumidores guatemaltecos* [Tesis]. UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA, Guatemala. https://repositorio.uvg.edu.gt/bitstream/handle/123456789/4715/TESIS%20FRANCESCA%20VON%20AHN%2018074%20ENTREGA%20FINAL%2014-03.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Alessi Cusati, P. y Ekmeiro Salvador, J. (2020). Inocuidad microbiológica de las masas artesanales de maíz expendidas en Puerto La Cruz, Venezuela. *Revista Peruana De Investigación En Salud*, *4*(4), 161–169. https://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/100/1001981004/1001981004.pdf

Alvarez Trejos, M. (2016). *Estado nutricional y consumo de alimentos en niños menores de 5 años de familias participantes del proyecto Chi Nugue Kwin "Niños sanos y felices" desarrollado por Nutre Hogar en la Comarca Ngäbe Buglé* [Tesis]. Universidad de Panamá, Panamá. https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UP.203151/Description#tabnav

Cabassi, G., Plugliese, A., Chiavaro, E., Paciulli, M., Carini, E. y Mucchetti, G. (2017). Physical characterization of whole and skim dried milk powders. *National Institutes of Health*, *54*(11). https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5629152/

Carbajal Azcona, Á. (2013). Proteína. *Manual De Nutrición Y Dietética*. https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-5-proteinas.pdf

Casado Cimiano, P. y García Alvarez, J. (2006). El sabor como factor de calidad de la leche(3). https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1985_03.pdf

Castro, D. M. y Sampallo, T. M. (2014). Consistencias y texturas alimenticias en disfagia. perspectiva fonoaudiológica. *Revista Gastrohnup*, *16*(2), 79–87. https://revgastrohnup.univalle.edu.co/a14v16n2/a14v16n2art3.pdf

Chevez Véliz, Hernán Humberto et al. (2024). Evaluación físico-química del banano maqueño (Mussa acuminata) en dos zonas de cultivo en Ecuador. *Acta Agronómica*, *72*(2). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122023000200125

Colmerares Leal, M. J. (2009). *Elaboración de harina de pulpa y cáscara de plátano verde clón hartón común para la formulación de una mezcla de harina para arepas a base de plátano: maíz* [Tesis]. UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA, Venezuela. http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/8988/1/Tesis%20COLMENARES%20LEAL.pdf

Colorado Peralta, R. y Rivera, M. J. (2014). *La Química del Olor – Dirección de Comunicación de la Ciencia.* Universidad Veracruzana. https://www.uv.mx/cienciauv/blog/quimicadelolor/

Cruzado Muñoz, Lizbeth del Pilar y Valdiviezo Quipuscoa, D. M. (2021). *"Efecto de la granulometría sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de snacks a base de harina de cáscara de plátano verde para dos tratamientos"* (1) [Tesis]. Universidad Privada del Norte, Perú. https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28695/Cruzado%20Mu%c3%b1oz%20Lizbeth%20Del%20Pilar%20-%20Valdiviezo%20Quipuscoa%20Deysi%20Marisol.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Durán, E., Villalobos, C., Churio, O., Pizarro, F. y Valenzuela, C. (2017). Encapsulación de hierro: Otra estrategia para la prevención o tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro. *Rev Chil Nutr*, *44*(2). https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v44n3/0716-1549-rchnut-44-03-0234.pdf

Espinoza, A., Ramírez, R., Aldunce, P. y Sambra, V. (2022). Análisis comparativo de la respuesta e índice glicémico, carga glicémica y saciedad de leche alta en proteínas y leche sin lactosa en sujetos sanos. *Revista Chileña De Nutrición*, *49*(1). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182022000100025

Estrada García, J., Zaragoza Sánchez, G. y Palomares Gonzáles, S. (2021). Harina de plátano (Musa paradisiaca): su uso potencial como ingrediente para la elaboración de frituras. Revista Reaxión. *Revista De Dibulgación Científica*, *8*(3). http://reaxion.utleon.edu.mx/Art_Harina_de_platano_Musa_paradisiaca_su_uso_potencial_como_ingrediente_para_la_elaboracion_de_frituras.html

Fallas, K., Mora, M. y Esquivel, F. (2012). *Planta de secado de leche Dos Pinos: La producción de leche en polvo y su valor nutricional comparado con la bebida de soja.* Escuela de Tegnología de alimentos. https://prezi.com/ykqrjpjocuun/produccion-de-la-leche-en-polvo-y-comparacion-de-su-valor-nutricional-con-la-bebida-de-soja/

Farré Rovira, R. (2015). La leche y los productos lácteos: fuentes dietéticas de calcio. *Revista Hospitalaria*, *31*(2), 1–9. https://www.redalyc.org/pdf/3092/309238518001.pdf

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (2023). *Desnutrición infantil*. https://www.unicef.es/causas/desnutricion-infantil

Forrellat Barrios, M. (2017). Diagnóstico de la deficiencia de hierro: aspectos esenciales. *Revista Cubana De Hematología*, *33*(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892017000200004

Gobierno de la República de Panamá. (2017). *Plan nacional de seguridad alimentaria y nutricional de panamá 2017-2021*. https://www.mides.gob.pa/wp-content/uploads/2017/03/Plan-SAN-Panam%C3%A1-2017.pdf

Gonzáles, C. y Reyes, M. (2023). Gusto dulce: Percepción, fuentes alimentarias y preferencias. *Revista Chileña De Nutrición*, *50*(1). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182023000100098

Gonzáles Altamiro, A. (2022). *Evaluación de la calidad de la leche descremada en polvo para la elaboración de queso fresco y su interacción con un prebiótico* (1) [Tesis]. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C., Jalisco (México). https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/846/1/Alejandra%20Gonz%C3%A1lez%20Altamirano.pdf

Gonzáles Calderón, O. y Expósito de Menas, H. (2020). Alimentación del niño preescolar, escolar y del adolescente. *PEDIATRÍA INTEGRAL*, *24*(2), 98 - 1o7. https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2020-03/alimentacion-del-nino-preescolar-escolar-y-del-adolescente-2/

Hernández Lalinde, J. D., Espinosa Castro, F., Rodríguez, J. y et al. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. *Archivos Venezolanos De Farmacología Y Terapéutica*, *37*(5). https://www.redalyc.org/journal/559/55963207025/55963207025.pdf

Hiroshi, H., Guemra, S., Bosso, A. y et al. (2020). Reducción de proteínas y glucosa por reacción de Maillard en leche con lactosa hidrolisada. *Revista Chileña De Nutrición*, *47*(1). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182020000100014

Instituto de Nutrición de Centroamerica y Panamá (2012). Requerimientos y recomendaciones nutricionales para niños de 0 a 5 años de edad. https://bvssan.incap.int/local/PC/E-047.pdf

Lopez Barrera, E. C. y Vaquero Peraza, M. F. (2013). *Caracterización físico-química y evaluación sensorial de seis formulaciones de dulce de leche* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamaericana, Zamorano, Honduras. https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0e5e6070-43d3-437b-ab99-55dcc4a143eb/content

Lovera, M. (2015). *Evaluación fisicoquímica y nutricional de almidones y películas comestibles a base de almidón* [Tesis]. UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA, Venezuela. http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/21588/1/Tesis%20Doctoral%20Lic.%20Mighay%20Lovera.pdf

Lucio García, Melissa del Rocío y Mosquera Macías, N. (2021). *Estudio comparativo del valor nutricional de la harina de banano (Musa sapientum) frente a la harina de soya (Glycine max)* [Tesis]. Universidad de Guayaquil, Ecuador. https://repositorio.ug.edu.ec/items/b7db0d8a-0fd8-4418-b65b-d73f27f779df

Maradiaga Ramos, S. A. (2023). *Desarrollo de un pan molde integral con sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de albedo de maracuyá (Passiflora edulis) [*Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/04d4543f-77d9-4077-a129-61b853c8ad56/content

Melgar Flores, H. G. (2004). *Desarrollo de una escala colorimétrica digital de triple estímulo para grano de frijol rojo centroamericano* (1) [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/828900c5-7e23-46c6-833d-c9c6b6adf2f4/content

Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebida de consumo humado, 1 (2008). https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/alimentos/RM591MINSANORMA.pdf

Moreno, O., Guerra, Y. y Diéguez, J. (Eds.). (2018). *Informe del Índice de Pobreza Multidimensional de Panamá 2018*. https://www.gabinetesocial.gob.pa/wp-content/uploads/2019/12/MED-DAES-Informe-del-%C3%8Dndice-de-Pobreza-Multidimensional-de-Panam%C3%A1-2018.pdf

National Institute of Health (2019). Vitamina C - Ácido ascorbico: ¿Qué es la vitamina C? ¿Para qué sirve? https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-DatosEnEspanol/#:~:text=La%20vitamina%20C%2C%20conocida%20como,causados%20por%20los%20radicales%20libres

National Institute of Health (2022a). ¿Qué es el zinc y qué beneficios aporta? https://ods.od.nih.gov/factsheets/Zinc-DatosEnEspanol/

National Institute of Health (2022b). Datos sobre calcio: ¿Qué es el calcio? ¿Para qué sirve? https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/calcium-datosenespanol.pdf

Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y

nutrimentales. Métodos de prueba., Diario oficial de federación (2009). https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5100356&fecha=27/07/2009#gsc.tab=0

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Alimentación sana.* Organización Mundial de la Salud. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet

Organización Mundial de la Salud (2020). Inocuidad de los alimentos. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety

Ramirez-Navaz, J. S. (2012). Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Ramirez-Navas/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor/links/00b495260e24536e05000000/Analisis-sensorial-pruebas-orientadas-al-consumidor.pdf

Rasines Elena, L. (2019). Revisión bibliográfica sobre los colores y su influencia en la percepción sensorial y en la respuesta emocional. *Revista Española De Nutrición Comunitaria*, *25*(1), 30–35. https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/NUTRICION_COMUNITARIA_1-2019_articulo_5.pdf

Alimentos. criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos., ANEXO DE RESOLUCIÓN No. 402-2018 (2017).

Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad, 1 (2023). https://sde.gob.hn/wp-content/uploads/2024/03/RTCA-Etiq.-Nutricional-CPI.pdf

Restrepo Caro, C., Del Coronell, M. C., Arrollo, J., Martínez Gisela, Sánchez Majana, Lucía y Sarmiento, L. A. (2016). La deficiencia de zinc: un problema global que afecta la salud y el desarrollo cognitivo. *Archivo Latinoamericanos De Nutrición*, *66*(3). https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222016000300002#:~:text=Actualmente%20se%20conoce%20que%20las,celular%20que%20conlleva%20a%20la

Rettig, M. y Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, *42*(2), 57–66. https://doi.org/10.4206/agrosur.2014.v42n2-07

Rios, Maiara Jaianne Bezerra Leal, Damsceno-Silva, Kaesel Jackson, Moreira-Araujo, Regilda Saraiba Dos Reis, Figuiredo, E. A. T. de, Rocha Maurisrael de Moura y Haschimoto, J. M. (2018). Chemical, granulometric and technological characteristics of whole flours from commercial cultivars of cowpea. *Revista Caatinga*, *31*(1), 217–224. https://www.scielo.br/j/rcaat/a/tSgT6WBB9GytZcZV553JYqn/?format=pdf&lang=en

Rodríguez, S., Guirrero, S., Guitierrez, D. y Questa, A. (2015). Aplicación del análisis sensorial en la evaluación de la calidad de productos frescos cortados. *Simiente*, *85*(3-4), 21–38. https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/72476/CONICET_Digital_Nro.579a8d08-a2a7-4b80-952e-482e4b24df93_B.pdf.pdf?sequence=5

Rodríguez Huertas, J., Rodriguéz Lara, A., Gonzáles Acevedo, O. y Dolores Mesa, M. (2020). Leche y productos lácteos como vehículos de calcio y vitamina D: papel de las leches enriquecidas. *Revista Hospitalaria*, *36*(4). https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112019000400030

Saavedra Córdova, L. O. (2022). *Evaluación de la harina de Musa paradisiaca L. "banano" de descarte en la alimentación de pollos Cobb 500 inicio, crecimiento y engorde, Chulucanas, Piura* [Tesis]. UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE, Perú. https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1858/TESIS_SAAVEDRA%20C%C3%93RDOVA_LUZ%20_FIA.pdf?sequence=8&isAllowed=y

Saavedra Mazón, E. R. y Vélez Solórzano, N. A. (2022). *Efecto del tratamiento térmico sobre la humedad y características microbiológicas de la harina de plátano* [Tesis]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1857/1/TTAI46D.pdf

Sánchez, M. A., Murray, R. S., Montero, J., Marchini, M. y Iglesia Rocío, Saad, Gabriela (2020). Importancia de la leche y sus potenciales efectos en la salud humana. *Nutrición*, *21*(2). https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/08/1282320/rsan_21_2_50.pdf

Sandoval Guillén, J. (2022). Importancia de análisis de proteínas en alimentos2022. https://ada.educatic.unam.mx/pluginfile.php/522/mod_assign/intro/IMPORTANCIA%20DE%20AN%C3%81LISIS%20DE%20PROTE%C3%8DNAS%20EN%20ALIMENTOS.pdf

Severiano Pérez, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Inter Diciplina*, *7*(19). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-57052019000300004

Universidad Centroamericana - UCA. (2014). *Reflexiones en la comarca Ngäbe-Buglé: ¿Seguridad alimentaria o soberanía alimentaria?* https://www.revistaenvio.org/articulo/4927

van de Walle, G. (2021). *Anti-caking agents – Function and Form*. https://www.ulprospector.com/knowledge/12363/fb-anti-caking-agents-function-and-form/

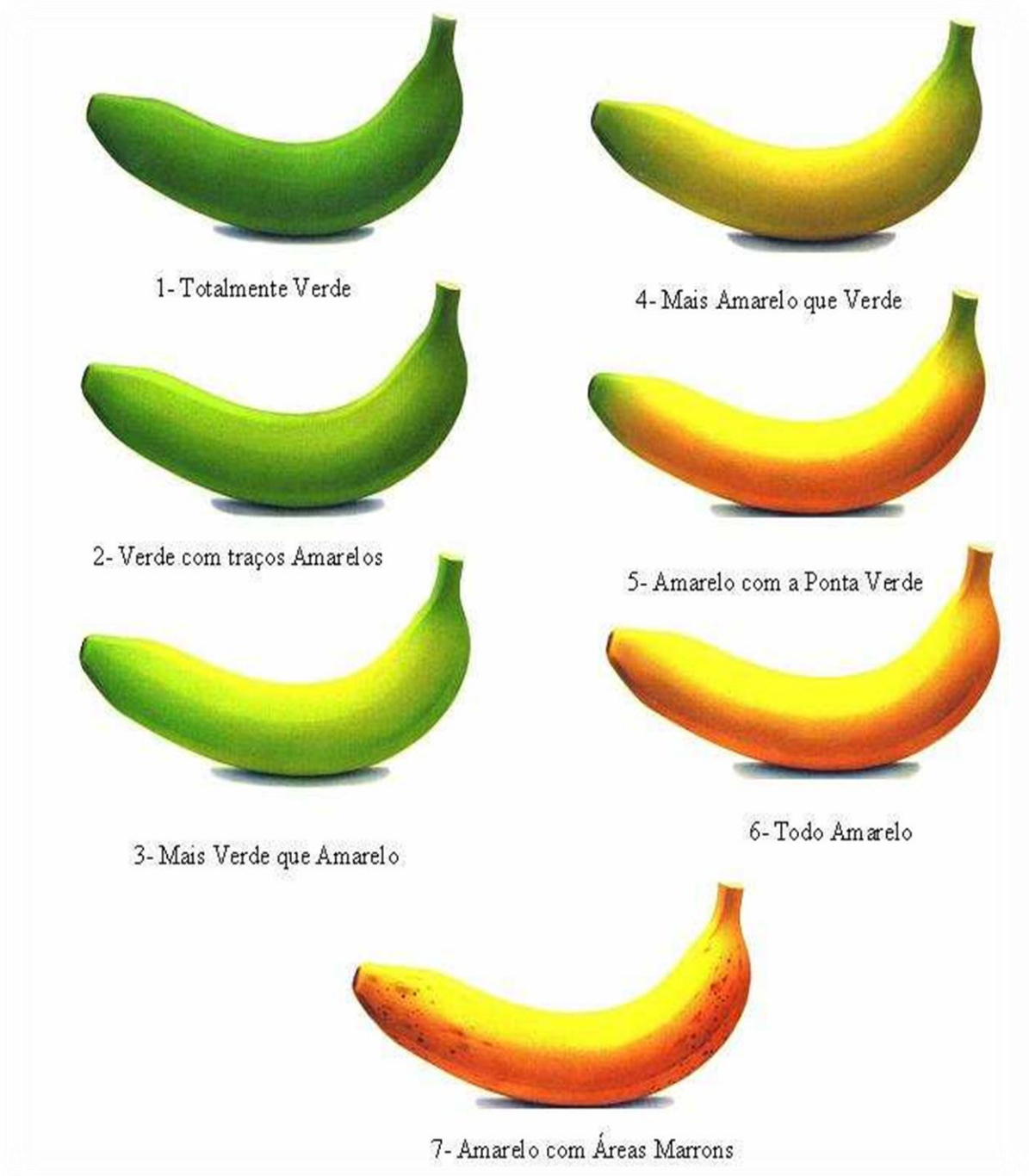
Zuluaga Arroyave, N. (2017). *El análisis sensorial de alimentos como herramienta para la caracterización y control de calidad de derivados lácteos.*

https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/62784/1128280679.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Anexos

Anexo A

Escala de maduración de VON LOESECKE (1950).



Anexo B

Cuadro de composición nutricional por cada 100g de harina de banano.

Productos	CHO g	Proteína g	Grasa g	Fibra g	Calcio g	Hierro g	Zinc g	Ceniza g	Humedad %	Vitamina A µg
Harina de banana	96.6	1	0.2	1.13	107	6	2.8	2.015	0.90	9.60

Nota: *Basado en el estudio realizado por López & Carvajal (2012).*

Anexo C

Información nutricional de la leche entera en polvo Dos Pinos por porción y por 100g.

Productos	CHO g	Proteína g	Grasas g	vitamina D µg	Calcio mg	Hierro mg	Ácido fólico mg	Vitamina A µg	Fósforo g	Selenio mg	Magnesio g
Leche (Dos Pino)	37.2	25	26.35	8	980	4.37	0.13	563	0.77	0.015	0.08

Anexo D

Consentimiento informado para la evaluación sensorial.

Análisis Sensorial de Bebidas Tipo Atole para Escolares
Consentimiento Informado.

Esta investigación se realiza con el objetivo de conocer la aceptación y preferencia en escolares de la aldea Tabla Grande, San Antonio de Oriente. Se medirá a través de una degustación de bebidas a escolares, que han sido valoradas microbiológica y nutricionalmente. La información recopilada será totalmente anónima con los fines académicos estipulados. Gracias por contestar de acuerdo con su realidad y de manera sincera.

Nuestros nombres son Ricardson Charles y Adriano Abrego, estudiantes de último año de la carrera de Agroindustria Alimentaria en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Ambos realizamos nuestros proyectos de graduación en el desarrollo de productos orientados a escolares que les aporten nutrientes importantes para su salud. Para ello solicitamos su valioso apoyo. La participación en el estudio consiste en responder un cuestionario acerca de ----------. El tiempo estimado para responder cada encuesta es de aproximadamente 10 minutos y explicaremos en qué consiste cada producto. Deseamos que de su consentimiento para que su hijo participe en próxima oportunidad que vendremos con dichos productos. La participación es totalmente voluntaria, y si usted o su hijo no desea participar en el estudio puede indicarlo con total libertad. De aceptar participar en el estudio puede retirarse en cualquier momento y decidir si quiere o no continuar. Toda la información recopilada durante la encuesta contribuye a cumplir con los objetivos del estudio y aportar datos relevantes el desarrollo de estos productos para la población escolar. La información será totalmente confidencial; no se darán datos personales a nadie, se utilizarán estrictamente para los fines de dicha investigación.

Desea que su hijo(a) participe en la degustación (encerrar su respuesta): **SI** **NO**

Si su respuesta anterior fue **SI** llene los siguientes datos:

Fecha: _____de 2024. Es el Padre___ Es la Madre_____

Nombre: _____ Firma: _____

Nombre y firma de la persona que obtiene el consentimiento:

_____

Nombre y firma de la persona de un testigo, en caso de que la persona no sepa leer ni escribir, pero que aceptó participar voluntariamente:

_____.

Si tiene dudas, consultas o comentarios, háganoslo saber por favor:

Adriana Hernández Santana D.S.P.
Tel: 504 3389 6283

Sandra Espinoza
Tel 504 9641 6356

Correo: ahernandez@zamorano.edu

Correo:sespinoza@zamorano.edu

Anexo E

Boleta de evaluación sensorial (Aceptabilidad y preferencia).

Boleta de evaluación sensorial

Prueba de aceptabilidad con escala hedónica y de preferencia por ordenamiento

Nombre: _____Fecha: _____ Edad: _____

Determinación de aceptabilidad con escala hedónica

Instrucciones 1: A continuación, se le presentará 3 muestra de crema o atol de banano fortificado con leche, donde debes iniciar la degustación de izquierda a derecha en el orden en que se le presentará. Es importante que antes y después de la evaluación de cada muestra debes limpiar su paladar con un sorbo de agua y galletas. Durante la evaluación debes observar, oler y probar cada muestra. Indique el grado en que le gusta o disgusta la muestra seleccionando el puntaje en el cuadro No.1 y anótalo en el cuadro N.2 para cada una de las características.

Cuadro No. 1 *Escala hedónica*

1	2	3
Me disgusta	Ni me gusta/ ni me disgusta	Me gusta

Cuadro No.2

No. Muestra	Sabor	Olor	Color	Viscosidad	Dulzor	Aceptación general
312						
I91						
908						

Comentario: _____

Instrucciones 2: Ordene las muestras según su preferencia, siendo 1 la más preferida y 3 la menos preferida, no se debe asignar el mismo puntaje a varias muestras (no empates).

Orden de preferencia	Valor	Número de muestra
Más preferido	1	
	2	
Menos preferido	3	

Justifique su elección: _____

¡Gracias por su participación!

Anexo F

Tabla de Basker y Kramer para Definir Valor Crítico en Prueba de Preferencia

Número de panelistas	Número de productos								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	8.8	14.8	21.0	27.3	33.7	40.3	47	53.7	60.6
21	9.0	15.2	21.5	28.0	34.6	41.3	48.1	55.1	62.1
22	9.2	15.5	22.0	28.6	35.4	42.3	49.2	56.4	63.5
23	9.4	15.9	22.5	29.3	36.2	43.2	50.3	57.6	65.0
24	9.6	16.2	23.0	29.3	36.9	44.1	51.4	58.9	66.4
25	9.8	16.6	23.5	29.9	37.7	45.0	52.5	60.1	67.7
26	10.0	16.9	23.9	30.5	38.4	45.9	53.5	61.3	69.1
27	10.2	17.2	24.4	31.1	39.2	46.8	54.6	62.4	70.4
28	10.4	17.5	24.8	31.7	39.9	47.7	55.6	63.6	71.7
29	10.6	17.8	25.3	32.3	40.6	48.5	56.5	64.7	72.9
30	10.7	18.2	25.7	32.8	41.3	49.3	57.5	65.8	74.2
31	10.9	18.5	26.1	33.4	42.0	50.2	59.4	66.9	75.4
32	11.1	18.7	26.5	34.0	42.6	51.0	60.3	60.3	76.6
33	11.3	19.0	26.9	35.0	43.3	51.7	61.2	69.0	77.8
34	11.4	19.3	27.3	35.6	44.0	52.5	62.1	70.1	79.0
35	11.6	19.6	27.7	36.1	44.6	53.3	63	71.1	80.1
36	11.8	19.9	28.1	36.6	45.2	54.0	63.9	72.1	81.3
37	11.9	20.2	28.5	37.1	45.9	54.8	64.7	73.1	82.4
38	12.1	20.4	28.9	37.6	46.5	55.5	67.2	74.1	83.5
39	12.2	20.7	29.3	38.1	47.1	56.3	65.6	75.0	84.6
40	12.4	21.0	29.7	38.6	47.7	57.0	66.4	76.0	85.7
41	12.6	21.2	30.0	39.1	48.3	57.7	67.2	76.9	86.7
42	12.7	21.5	30.4	39.5	48.9	58.4	68	77.9	87.8
43	12.9	21.7	30.8	40.0	49.4	59.1	68.8	78.8	88.8
44	13.0	22.0	31.1	40.5	50.0	59.8	69.6	79.7	89.9
45	13.1	22.2	31.5	40.9	50.6	60.4	70.4	80.6	90.9
46	13.3	22.5	31.8	41.4	51.1	61.1	71.2	81.5	91.9
47	13.4	22.7	32.2	41.8	51.7	61.8	72	82.4	92.1
48	13.6	23.0	32.5	42.3	52.2	62.4	72.7	83.2	93.8
49	13.7	23.2	32.8	42.7	52.8	63.1	73.5	84.1	94.8
50	13.9	23.4	33.2	43.1	53.3	63.7	74.2	85.0	95.8
55	14.5	24.6	34.8	45.2	55.9	66.8	77.9	89.1	100.5
60	15.2	25.7	36.3	47.3	58.4	69.8	81.3	93.1	104.9
65	15.8	26.7	37.8	49.2	60.8	72.6	84.6	96.9	109.2
70	16.4	27.7	39.2	51.0	63.1	75.4	87.8	100.5	113.3
80	17.5	29.6	42.0	54.6	67.4	80.6	93.9	107.5	121.2
90	18.6	31.4	44.5	57.9	71.5	85.5	99.6	114.0	128.5
100	19.6	33.1	46.9	61.0	75.4	90.1	105	120.1	135.5
110	20.6	34.8	49.2	64.0	79.1	94.5	110.1	126.0	142.1
120	21.5	36.3	51.4	66.8	82.6	98.7	115	131.6	148.4

Ref: Lawlees HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.