



FACULTAD DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA MENCIÓN CALIDAD Y SEGURIDAD
ALIMENTARIA

EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DE UN YOGUR BATIDO SABORIZADO
CON MERMELADA DE MASHUA (*TROPAEOLUM TUBEROSUM*) ECOTIPOS
AMARILLA Y MORADA

Profesores Guía
Alfonso Suarez
Valeria Almeida
Lucía Toledo
Giuseppe Marzano
Pablo Moncayo

Autor:
Johanna Coraima Arellano Arellano

Año
2022

RESUMEN

La mashua (*Tropaeolum tuberosum*) es cultivada en América del Sur, es un tubérculo andino que presenta un excelente valor nutricional, compuestos bioactivos y propiedades beneficiosas para la salud. Sin embargo, la producción de este tubérculo en el Ecuador es baja, debido a que no existe una gran demanda en el consumo y utilización. Por esta razón, se busca evaluar la aceptabilidad del yogur batido con mermelada de mashua, determinar el potencial de hidrógeno del tratamiento más aceptable, así como el contenido de vitamina C y polifenoles totales, para brindar una alternativa en cuanto a un producto que incremente el consumo del tubérculo.

La aceptabilidad del producto se determinó al aplicar la prueba escalar de tipo afectiva, los datos obtenidos del análisis sensorial se evaluaron a través de la prueba de Friedman, la cual es empleada para procesar variables dependientes ordinales de pruebas estadísticas no paramétricas, que presentan más de dos muestras. En cuanto al resultado se obtuvo que el tratamiento 426 era el más aceptable considerando los parámetros olor, color, sabor y textura.

Los valores de potencial de hidrógeno (pH) de los 6 tratamientos de yogur batido con mermelada de mashua amarilla y morada, fueron evaluados mediante el modelo DCA factorial 3*2, en el programa estadístico INFOSTAT. El yogur batido con mermelada de mashua ecotipo morada presentó un menor valor de pH (4,3) por la presencia de mayor cantidad de compuestos orgánicos, en comparación con el yogur batido con mermelada de mashua ecotipo amarilla con pH (4,37). En el tratamiento 426 se evaluó la presencia de vitamina C y polifenoles totales por HPLC, se obtuvo la presencia de 101,135 mg/kg y 224,66 mg/kg respectivamente.

Palabras Clave: mashua, yogur, potencial de hidrógeno (pH), Friedman, análisis sensorial, vitamina C, polifenoles.

ABSTRACT

The mashua (*Tropaeolum tuberosum*) is an Andean tuber, cultivated in South America. This has excellent nutritional value, bioactive compounds and beneficial properties for health. However, the production of this tuber in Ecuador is low, because there is no great demand for consumption and use. For this reason, it is sought to evaluate the acceptability of yogurt shaken with mashua jam. Determine the hydrogen potential of the most acceptable treatment, as well as the content of vitamin C and total polyphenols, to provide an alternative in terms of a product that increases tuber consumption.

The acceptability of the product was determined by applying the affective type scalar test. The data obtained from the sensory analysis were evaluated through the Friedman test. Which is used to process ordinal dependent variables of non-parametric statistical tests, which present more than two samples. Regarding the result, it was obtained that treatment 426 was the most acceptable considering the odor, color, flavor and texture parameters.

The potential hydrogen values (pH) of the 6 treatments of whipped yogurt with yellow and purple mashua jam were evaluated using the 3*2 factorial DCA model, in the statistical program INFOSTAT. The shaken yogurt with purple ecotype mashua jam presented a lower pH value (4.3) due to the presence of a greater amount of organic compounds, compared to the shaken yogurt with yellow ecotype mashua jam with pH (4.37). In treatment 426, the presence of vitamin C and total polyphenols was evaluated by HPLC, the presence of 101.135 mg/kg and 224.66 mg/kg, respectively, was obtained.

Keywords: mashua, yogurt, potential hydrogen (pH), Friedman, sensory analysis, vitamin C, polyphenols.

3. ÍNDICE DE CONTENIDO

4. INTRODUCCIÓN	6
5. REVISIÓN DE LITERATURA RELACIONADA AL PROBLEMA.....	7
5.1 Yogur	7
5.1.1 Tipos de yogur.....	8
5.1.2 Requisitos para la elaboración de yogurt	9
5.1.3 Ventajas de consumir yogur.....	9
5.2 Parámetro fisicoquímico	10
5.2.1 Potencial de Hidrógeno (pH)	10
5.3 Mashua (<i>tropaeolum tuberosum</i>)	11
5.3.1 Descripción de la mashua	11
5.3.2 Composición química y nutricional	12
5.3.3 Componentes bioactivos de la mashua	12
5.4 Mermelada.....	14
5.5 Alimentos funcionales	15
5.6 Evaluación sensorial	15
5.6.1 Jueces.....	15
5.7 Análisis Estadístico.....	17
5.8 Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)	18
6. IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO	18
7. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
8. OBJETIVO GENERAL.....	19
9. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
10. JUSTIFICACIÓN Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	20
11. RESULTADOS.....	28
12. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	34
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41

14.	REFERENCIAS.....	43
15.	ANEXO.....	¡Error! Marcador no definido.

4. INTRODUCCIÓN

A escala mundial según la (OMS, 2013) las enfermedades ocasionadas por una deficiente alimentación y nutrición comprenden la obesidad, el cáncer, enfermedades cardiovasculares, y la diabetes, sumado a ello el estilo de vida inapropiado, hace que el organismo no disponga de micronutrientes para producir hormonas, enzimas, y diversas sustancias esenciales que intervienen en el desarrollo adecuado, se estima que para el año 2030 la quinta parte de la población del planeta será obesa y más del 40 % tendrá sobrepeso (Bentham et al., 2016).

En Europa a inicios del siglo XX surgió la relevancia del yogur, gracias a los estudios llevados a cabo por Metchnikoff del Instituto Paster, fue él quien dio a conocer los efectos benéficos de las bacterias ácido-lácticas, en su teoría de la “longevidad” se establecía que las bacterias ácido lácticas desplazaban las toxinas producidas por las bacterias presentes en el intestino, extendiendo la vida humana y de igual manera mencionó que las bacterias ácido lácticas prevenían la toxicidad y crecimiento de bacterias anaerobias en el intestino (Weill, 2017). Hernández y Romagosa (2015), mencionan que las leches fermentadas se encuentran constituidas por más de 400 tipos, dada la variedad de microorganismos que se pueden emplear para la elaboración de yogur y otros productos. En la actualidad, se presta mayor interés a los efectos benéficos que las leches fermentadas brindan al momento de ser consumidas (Parra, 2012).

Así también de acuerdo con (Malpartida et al., 2022) el interés por la mashua ha crecido, debido a sus propiedades nutricionales y funcionales que ha sido demostrado por Montes et al., (2021), así como por el elevado contenido de compuestos fenólicos y flavonoides. El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias publicó un texto para redescubrir saberes y sabores, para pequeños y medianos agricultores, en el material se presentan formas de preparar alimentos en base de granos, cereales, raíces y tubérculos

andinos (INIAP, 2012). Así también el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), visitaron la UNORCAC para conocer su trabajo y establecer estrategias que rescaten e incrementen a corto y largo plazo el patrimonio genético (MAG, 2020).

5. REVISIÓN DE LITERATURA RELACIONADA AL PROBLEMA

5.1 Yogur

El yogur corresponde a un producto coagulado que se obtiene a partir de la fermentación láctica de la leche mediante la acción de bacterias lácteas *tales como: Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* mismas que deben encontrarse en una relación 1:1 para favorecer la simbiosis (Beltrán, 2018), las bacterias que se empleen serán activas y viables desde su inicio y durante la vida útil del producto. Es posible incorporar ingredientes y aditivos mencionados en la norma INEN 2395:2011.

Durante el proceso de elaboración de yogur se requiere que la leche cumpla con los parámetros fisicoquímicos determinados por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2012), resulta necesario realizar un muestreo a la materia prima acorde con lo planteado en el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2011); si es necesario se rechaza la materia prima al no cumplir con los requisitos, puesto que no se obtendrá un producto con parámetros fisicoquímicos y microbiológicos aceptables.

La lactosa proveniente de productos lácteos debe ser descompuesta por la β -galactosidasa producida en el duodeno (Rodríguez y Pérez, 2006), una enzima de la flora bacteriana normal; para las personas que no poseen la enzima se ha brindado diversas alternativas entre ellas el yogurt, que disminuye la intolerancia a la lactosa, puesto que la misma ya ha sido parcialmente desdoblada gracias a los microorganismos que contiene, generándose el proceso de autodigestión de la lactosa.

5.1.1 Tipos de yogur

El yogur es uno de los productos lácteos de mayor consumo del mercado y a lo largo de los años ha ido surgiendo nuevas variedades y tipos; su fabricación, sustancias añadidas, tratamientos, fermentación y calentamiento es lo que lo hace diferente uno de otro.

La Norma INEN 2395, (2011) manifiesta que el yogur se clasifica de la siguiente manera:

Según el contenido de grasa

Entera

Semidescremada

Descremada

Según los ingredientes

Natural: sin aromas, colorantes ni endulzantes. Con microorganismos viables, activos y abundantes

Con ingredientes: presentan máximo del 30 % (m/m) de ingredientes no lácteos, entre ellos se encuentran: edulcorantes, frutas, verduras, frutos secos, cereales, especias o cualquier tipo de preparados que cumplan con la norma. Cabe destacar que pueden ser añadidos antes o después de la fermentación.

Con fruta: se puede incorporar zumos, fragmentos o pulpa de fruta.

Saborizado: se puede emplear aromatizantes naturales e inocuos.

Azucarado: se incorpora especies como glucosa.

Edulcorado: empleo de edulcorantes no calóricos como sacarina y sorbitol

Según el proceso de elaboración

Batido: la fermentación en este tipo de yogur se lleva a cabo en tanques de incubación, en los cuales se produce el proceso de coagulación y se finaliza con el batido.

Coagulado: la fermentación y coagulación en este tipo de yogur se realiza en el envase.

Tratado térmicamente: yogur que se pasteuriza después de añadir las bacterias, lo que disminuye el contenido de nutrientes, desactiva la lactasa al tiempo que aumenta la vida útil del yogur

Concentrado: el yogur se concentra después de la fermentación mediante separadores mecánicos, como los de boquilla, quark, ultrafiltración o mediante la adición de proteínas lácteas en polvo antes de la fermentación

Deslactosado: tienen una mayor cantidad de ácido láctico, como consecuencia un menor tiempo de fermentación, en ellos disminuyen moderadamente la lactasa, las personas que presentan problemas al digerir lácteos, los toleran con mayor facilidad

5.1.2 Requisitos para elaborar yogur

De acuerdo con la norma NTE INEN 2395:20011, se deben cumplir con lo siguiente

Requisitos específicos

Presentarán un aspecto homogéneo; en cuanto al sabor y olor serán característicos de un producto fresco, sin presencia de material extraño, su coloración es blanca de aspecto cremoso, también es posible que la coloración resulte de la coloración de la fruta o colorante añadido, en cuanto a la textura tendrá que ser lisa y uniforme en todo el producto.

Se podrá añadir cacao, miel, cereales, hortalizas en general y otros ingredientes naturales. Al emplearse café se debe recordar que la cantidad de cafeína en el producto final será de 200 mg/kg como máximo y de igual manera cabe destacar que la adición de fruta no debe ser inferior al 5 % (m/m) ni sobrepasar al 30% del peso total del producto final.

5.1.3 Ventajas de consumir yogur

El consumo de yogur ha incrementado, gracias al aporte benéfico que produce en los consumidores, principalmente en la salud, puesto que se encuentra

constituida por una importante cantidad de vitaminas A, B (B2, B3, B12) y D; proteínas de alta calidad (séricas y caseína) la cuales reducen el apetito y contribuyen con el crecimiento de los músculos y los huesos; y también presenta minerales (calcio, magnesio, zinc, potasio, fósforo, cobre, sodio, hierro) (Babio et al., 2017). Los ácidos linoleicos conjugados presentes en el yogur contienen propiedades anticancerígenas e inmunoestimulantes (Whigham et al., 2000).

Las bacterias ácido-lácticas elevan la inmunología del organismo y estimulan su acción antitumoral, dado que al incrementar el consumo del yogur hay mayor cantidad de citoquinas y anticuerpos, que corresponden a proteínas que controlan las interacciones celulares del sistema inmune. El hábito de consumir yogur beneficiaría a personas que presenten diarrea, trastornos intestinales, osteoporosis, anorexia, alcoholismo entre otras afecciones.

5.2 Parámetro fisicoquímico

5.2.1 Potencial de Hidrógeno (pH)

El pH indica el nivel de basicidad o acidez de la solución, que se cuantifica por la concentración de protones libres o ion hidrógeno (ion H⁺); los valores de pH se encuentran en un rango de 0 a 14, con un valor intermedio de 7 que corresponde a una solución neutra, cabe destacar que los valores inferiores a 7 corresponden a soluciones ácidas y valores superiores a 7 hacen referencia a soluciones alcalinas o básicas (Macedo y Ramírez & Vélez-Ruíz, 2015).

El pH depende en gran medida de la temperatura. Los cambios de temperatura alteran el sistema buffer de la leche, particularmente se afecta la solubilidad del fosfato de calcio (Fox & McSweeney, 1998). En promedio, el pH reduce 0,01 unidades cada °C que incrementa la leche, a causa de una insolubilización del fosfato de calcio.

El equilibrio ácido-base es afectado por la pasteurización, que ocasiona cambios en el potencial de hidrógeno por la pérdida de CO₂ y la precipitación de fosfato de calcio. Los tratamientos térmicos que involucran temperaturas superiores a los 100°C ocasionan que el pH disminuya, porque existe una

degradación de la lactosa en varios ácidos orgánicos (ácido fórmico) (Negri, 2005).

La medición precisa del pH se realiza con el “potenciómetro”, cabe destacar que estos equipos se regulan con soluciones buffer cuyo pH es conocido, generalmente se emplean dos soluciones: la primera que tiene un pH 4 para la zona ácida y la segunda de pH 7 correspondiente a la zona neutra. El pH correspondiente al yogurt debe estar entre 4 y 4.5 (Alais, 2003).

5.3 Mashua (*tropaeolum tuberosum*)

5.3.1 Descripción de la mashua

La mashua (*tropaeolum tuberosum*), adquiere el nombre de “cubio”, “añu” o “isaño”, la evidencia arqueológica sugiere que se originó en los Andes y era consumida hace 7500 años (Inostroza et al., 2015); es una planta herbácea y perenne, de colores amarillo, morado, negro, blanco, gris, la medida de este tubérculo está entre 5 a 15 cm de largo, de forma alargada cónica y con yemas, (Grau et al., 2003). En la Figura 1 se observar la planta y formas del tubérculo de la mashua amarilla y morada.

Figura 1

Mashua amarilla y mashua morada



Nota. Elaborado por Coraima Arellano

Es una planta que se cosecha de 6-8 meses de su siembra, el cultivo no requiere el uso de pesticidas ni fertilizantes, son resistente a heladas e incluso

repele insectos y nemátodos, crece bien a temperaturas bajas hasta los 4,000 msnm (Malpartida et al., 2022).

5.3.2 Composición química y nutricional

La mashua contiene una gran cantidad de carbohidratos y proteínas, su contenido nutricional es mayor que la papa y cereales (Aruquipa et al., 2016). En la Tabla 1 se indica la cantidad de compuestos nutricionales de los ecotipos de mashua morada y amarilla.

Tabla 1

Composición nutricional y química de la mashua

Componente	Ecotipo	Contenido (%)
Cantidad de Humedad	Morado	86,3
	Amarillo	78,04 ± 2,91
Proteína	Morado	1,23 ± 0,04
	Amarillo	1,526 ± 0,002
Carbohidratos	Morado	11,41
	Amarillo	12,606 ± 0,059
Azúcares reductores	Morado	-
	Amarillo	19,12 ± 0,06
Fósforo(P)	Morado	0,56 ± 0,01
	Amarillo	0,42 ± 0,16
Potasio(K)	Morado	0,82 ± 0,31
	Amarillo	0,99 ± 0,1

En la Tabla 1 se observa la cantidad presente de componentes nutricionales y químicos en la mashua amarilla y morada (Gonzales et al., 2020), (Cuya, 2009b), (Taipa, 2017a).

5.3.3 Componentes bioactivos de la mashua

De acuerdo con (Campos et al., 2006), se ha demostrado que la mashua presenta una gran cantidad de componentes bioactivos al compararlo con diversos cultivos andinos, cuya composición se presenta en la Tabla 2, en esta

se observa que la mashua morada tiene mayor cantidad de fenoles totales y capacidad antioxidante en comparación con la mashua amarilla, similares estudios fueron llevados a cabo mediante el método DPPH y ABTS (León, 2018).

Tabla 2

Componentes bioactivos presentes en dos ecotipos de mashua

Componentes	Variedad	Contenido
Fenoles totales (mg de ácido gálico/g)	Morado	39,8 ± 0,046
	Amarillo	10,51
Flavonoides Totales (mg/100g)	Morado	1,3 ± 0,071
	Amarillo	
Antocianinas (mg/100g)	Morado	34,5 ± 0,127
	Amarillo	.
Capacidad Antioxidante (µM trolox/100g)	Morado	169,1 ± 0,158
	Amarillo	13,7 ± 0,682

En la Tabla 2 se menciona la cantidad de ciertos compuestos bioactivos que se encuentran en los ecotipos de mashua (Taípe, 2017b), (Velásquez et al., 2020).

La mashua cuenta con propiedades medicinales potenciales para la farmacia-industria, es usado en tratamientos antiinflamatorios de la próstata, así como para reducir los dolores genitourinarios, y combatir la anemia gracias a los isotiocianatos obtenidos de la hidrólisis de los glucosinatos aromáticos presentes en la mashua, mismos que también son responsables del típico sabor amargo del producto (Brito et al., 2004), el cual desaparece con la cocción volviéndose dulce.

5.4 Mermelada

La mermelada es un alimento de humedad intermedia y consistencia semidura gelatinosa, ampliamente consumido; está compuesto de pulpa de fruta/tubérculo, sacarosa, pectina, ácido cítrico; puede contener conservantes, colorantes y aromatizantes (Baker et al., 2005). La fruta o tubérculo que se emplea para realizar la mermelada es cocido en pequeños trozos que deben ser homogéneos para que no tome la consistencia de otros productos es decir no se forme una pasta (CGREG, 2015).

La pectina tiene un papel importante en la elaboración de mermeladas como agente gelificante (El-Nawawi & Heikel, 1997). La mermelada debe estar exenta de almidones, féculas y otros gelificantes que no sea la pectina, generalmente se considera seguro y, por lo tanto, se recomiendan usarla en la proporción necesaria (0,5 a 1%) de acuerdo con las prácticas correctas de fabricación (INEN, 1988).

El azúcar crea un ambiente de baja actividad de agua que favorece las interacciones cadena-cadena en lugar de cadena-disolvente en la red de gel de pectina, mientras que las repulsiones electrostáticas entre las cadenas de pectina se eliminan con ácido al reducir las cargas negativas de los grupos carboxilo (López et al., 2011).

El procesamiento térmico de la mermelada favorece la formación de gel al eliminar el exceso de agua y permitir las interacciones químicas (Navarrete, 2016). El gel característico de la mermelada se forma al llegar a los 65 °Brix (65% de azúcar), 1 por ciento de pectina (INEN, 2013) así como el 1% una acidez. Al producto le corresponde un peso inferior al de la mezcla original (Paltrinieri, 2006). Los atributos de calidad importantes de la mermelada son el sabor, color, textura y el valor nutricional, los cuales se ven afectados por la materia prima y las condiciones de procesamiento (Javanmard & Endan, 2010).

5.5 Alimentos funcionales

Actualmente, existen dietas con bajo contenido de nutrientes, debido al elevado consumo de alimentos procesados, a partir de investigaciones sobre el efecto de ciertas dietas y el aprovechamiento de nutrientes, entra en contexto los alimentos funcionales, estos se enfocan en consumir componentes que mejoren las funciones fisiológicas del organismo (Illanes, 2015). El desarrollo de estos alimentos se basa en la incorporación de compuestos fenólicos, vitaminas, compuestos bioactivos, probióticos y ácidos grasos (Gul et al., 2016).

Los alimentos se denominan funcionales, integrales, fortificados, mejorados o enriquecidos porque proporcionan proteínas, minerales y carbohidratos que contribuyen con el buen funcionamiento celular (Yábar, 2019). También promueven el crecimiento de los microorganismos probióticos y previenen enfermedades (Aria et al., 2018).

5.6 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial corresponde al análisis de alimentos por medio de los sentidos (Olivas et al., 2020). Las técnicas que se aplican en la evaluación sensorial tienen un fundamento científico y son respaldadas por la ciencia como la estadística y psicología (Severiano, 2019).

5.6.1 Jueces

Las personas encargadas de realizar la evaluación sensorial se denominan jueces y son elegidos de acuerdo con su habilidad, entrenamiento, disponibilidad y motivación, cabe destacar que existe un número de jueces que son requeridos para validar una evaluación sensorial, lo cual depende del tipo de juez (Ancos et al., 2011). Los jueces que se manejan para una evaluación sensorial son 4: juez consumidor, el juez experto, el juez de laboratorio o semientrenado y el juez entrenado (Solis, 2008).

Juez consumidor

Son personas que no presentan una estricta formación en análisis sensorial, así como tampoco un entrenamiento; son elegidas de público consumidor, y son empleados para pruebas de preferencia o afectivas (Ancos et al., 2011).

5.6.2 Pruebas sensoriales

La evaluación sensorial es llevada a cabo con gran frecuencia en la industria alimentaria su aplicación depende del tipo de información que se desee adquirir.

Pruebas afectivas

Con las pruebas afectivas a partir de la evaluación del juez consumidor se determina el grado de aceptación del producto, y se requieren al menos 30 jueces consumidores (Cárdenas et al., 2018).

- **Pruebas de Aceptación**

Los consumidores determinan si la muestra es aceptada o rechazada en base a un criterio sensorial, no se requieren jueces analíticos; si los resultados se analizan a escala laboratorio se aceptan de 25 a 30 jueces, caso contrario se recomienda emplear un número de jueces mayor a 80 (Espínosa, 2007).

Muestra simple: al juez se le brinda un producto y debe brindar su respuesta si le gusta o no.

- **Prueba de preferencia**

Esta prueba determina la preferencia entre dos muestras diferentes o más (Ancos et al., 2011).

Pareada: Se realiza entre dos muestras, y los jueces elegirán la de mayor agrado.

Ordenamiento: Las muestras deberán ser ordenadas conforme a la preferencia del consumidor, se pueden comparar dos o más productos diferentes.

- **Prueba Escalares**

Son de tipo afectivas, y son utilizadas para conocer en qué medida el producto gusta al consumidor. Estas pruebas tienen aplicación práctica, y en base a sus

resultados es posible realizar cambios en la formulación y despacho de productos (Astudillo, 2016).

Las escalas hedónicas verbales pueden ser de cinco o más puntos, desde un máximo hasta un mínimo nivel de gusto y disgusto respectivamente, los valores intermedios facilitan al juez plantear un punto de indiferencia. Los datos se analizan cuando la escala verbal se transforma en escala numérica, lo cual significa asignar valores consecutivos a cada descripción, para procesarlos estadísticamente (Espinosa, 2007).

5.7 Análisis Estadístico

El diseño experimental es una técnica estadística, que se emplea en el estudio del efecto tanto individual como de interacción de los factores sobre las variables dependientes, gracias a la combinación aleatoria de todas las interacciones que se dan de cada uno de los factores de estudio (Guédez, 2014) ; (Álvarez et al., 2007). El diseño factorial puede ser usado tanto en un DBCA como en un DCA.

El diseño completamente al azar (DCA) corresponde a uno de los diseños más sencillos, compara más de dos tratamientos, sus únicas fuentes de variación son: los tratamientos y el error aleatorio. En el DCA cada uno de los tratamientos son asignados al azar a los factores experimentales (Yepes, 2013), mientras que en el diseño de bloques completos al azar (DBCA) se mezclan variables (Yepes, 2014), al interior de cada bloque las unidades experimentales son homogéneas, pero entre bloques existe variación. Las fuentes de variabilidad que se comparan son 3: el factor de tratamientos, el factor de bloques y el error aleatorio. En los dos diseños experimentales intervienen las variables de estudio: independientes, dependientes y las extrañas o intervinientes.

Las variables independientes, son aquellas controladas por el investigador, se modifican y miden para evaluar los efectos que se producen sobre otra

variable, por otra parte, la variable dependiente representa un resultado o cantidad de acuerdo con las modificaciones de la variable independiente, finalmente las variables intervinientes son aquellas que inciden sobre la variable dependiente produciendo modificaciones (Villasís & Miranda, 2016) .

En base a los conceptos mencionados, en la investigación se empleará un diseño factorial DCA, cuya variable independiente es: concentración de mashua amarilla y mashua morada; y como variable dependiente: olor, color, textura, sabor y pH.

5.8 Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)

Técnica analítica, permite la separación de mezclas complejas, así como de sustancias de diversas procedencias, para identificarlas, cuantificarlas y purificarlas (Moldoveanu & David, 2022). Es una cromatografía en columna, en la cual se hace pasar una mezcla de compuestos por un sistema disolvente (fase móvil). La separación de cada uno de los compuestos se da en base a la interacción de éstos, tanto con la fase estacionaria como con la móvil (Suarez & Morales, 2018).

6. IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

En el presente trabajo se evaluará la aceptabilidad del consumidor hacia el yogur saborizado con mermelada de mashua. Se medirá el pH de los tratamientos y al más aceptado se realizará un análisis de vitamina C y polifenoles totales por HPLC.

7. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Ecuador, la mashua es cultivada en pequeños terrenos, en asociación con otros cultivos, es difícil conocer el área cultivada y su producción, pero de acuerdo con el (MAG, 2000) las provincias que más superficie sembrada presentaron fueron Tungurahua 5 ha, Bolívar 5 ha, Chimborazo 12 ha,

Cotopaxi 9 ha, estos datos corresponden a la sumatoria de varias superficies de acuerdo al censo agropecuario, por tal motivo se establece que la producción de este tubérculo en el Ecuador es baja, debido a que no existe una gran demanda en el consumo y utilización de éste tubérculo, haciendo que su cultivo decrezca, pese a presentar excelente propiedades, valor nutricional y compuestos bioactivos (Arteaga et al., 2022)

De acuerdo con (ENSANUT-ECU, 2012) de un grupo de 19932 personas que presentaron de 1-59 años, que representan a 14 millones de ecuatorianos, se realizó una distribución por grupos en base a la edad, de estos se tomó una muestra en Quito de 2262 personas de una población de 19-30 años, pertenecientes a un quintil económico 3 y 4, de los cuales se obtuvo un consumo promedio de lácteos y derivados de 167 mL/día para mujeres y 183 mL/día para hombres, siendo este grupo los potenciales consumidores, puesto que conforme incrementa la edad de las personas se evidencia que existe un menor consumo de lácteos, situación que no ocurre con otros productos evaluados como fruta y huevos.

De acuerdo con (Teixeira et al., 2018), la industria láctea, oferta una gran cantidad de leches fermentadas naturales, diferenciadas en el mercado como kumis, yogur batido, kéfir, leche fermentada concentrada y cultivada.

El proyecto surge con el fin de brindar una alternativa para incrementar el consumo de mashua en un nuevo producto, que cumpla con el pH, que presente vitamina C y polifenoles totales que beneficien a la salud del consumidor.

8. OBJETIVO GENERAL

Analizar la aceptabilidad de un yogur batido saborizado con el 10%, 15% y 20 % de mermelada de mashua y su contenido de compuestos bioactivos.

9. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el pH del yogur batido con mashua, variando las concentraciones de la mashua amarilla y morada.

Analizar el contenido de vitamina C y polifenoles totales, del tratamiento con mayor aceptación

Hipótesis

Descripción de hipótesis para pH

Factor A (Concentración de mashua)

Ho: No existe diferencia entre las concentraciones

Ha: Al menos una de las concentraciones es diferente

Factor B (Ecotipo)

Ho: No existe diferencia entre los ecotipos de mashua

Ha: Al menos uno de los ecotipos es diferente

Interacción: Concentración de mashua* Ecotipo

Ho: No hay interacción entre factores

Ha: Existe dependencia entre factores, es decir si hay interacción

10. JUSTIFICACIÓN Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Justificación

El interés por la mashua ha incrementado, se lo conoce como el tubérculo de oro (Castejón, 2022), ya que presenta propiedades funcionales y nutricionales comprobadas para quienes lo consumen; presenta un alto contenido de compuestos antioxidantes, entre 9,000 y 10,000 unidades, que ayudan a mantener las células jóvenes (Behar et al., 2021).

El beneficio que aporta se encuentra ligado a los aminoácidos esenciales, presentan vitaminas C y B, calcio, fibra, hierro, un alto contenido de almidón, antocianinas, alcaloides, flavonoides, taninos y compuestos fenólicos (Apaza et al., 2020). Es un tubérculo con elevada concentración de glucosinolatos lo cual le confiere propiedades antibióticas, antioxidantes, nematocidas, insecticidas, diuréticas y anticancerígenas (Morillo C. et al., 2016).

Los consumidores de yogur tienen un perfil metabólico más desarrollado que aquellas personas que no consumen lácteos, es decir el consumo de yogur se encuentra asociado con un patrón alimentario saludable, diversos estudios demuestran que aquellos individuos que consumen yogur tienen una mayor ingesta de los alimentos (Babio et al., 2017).

En el sistema alimentario moderno, la abundancia de alimentos, especialmente de alimentos con un alto grado de procesamiento, está relacionada con las enfermedades no transmisibles como el sobrepeso y obesidad (ENT) (CSA, 2018). Al tener en cuenta el incremento de la población, resulta adecuado la prevención de enfermedades, mediante el consumo de productos que contienen fitoquímicos para mejorar e incrementar la calidad de vida (Parra, 2012). Por esta razón, los productos alimentarios deberán ser saludables y desarrollados con componentes activos que aporten beneficios a sus consumidores (Cárdenas y Villalba, 2015).

Por lo tanto, la evaluación de la aceptabilidad de cada tratamiento de yogur batido saborizado con mermelada de mashua amarilla y morada, permite ofrecer una opción práctica y con propiedades nutricionales y funcionales como la vitamina C y polifenoles totales para el consumo, de esta forma se promueve la ingesta de la mashua de forma sana, y de igual manera se incentiva la producción de los ecotipos de mashua amarilla y morada en el Ecuador.

Aplicación de la Metodología

Localización

El proyecto se llevó a cabo en la Universidad de las Américas, en el laboratorio de productos lácteos, en la Tabla 3 se visualiza las coordenadas de ubicación en la ciudad de Quito-Ecuador.

Tabla 3

Coordenadas obtenidas del sistema de posicionamiento global (GPS)

Grados	Latitud	Longitud
Grados decimales	-0,16259549368213203	-78,45944714516885
Grados, minutos y segundos	0°09'45.3"S	78°27'34.0"W

En la Tabla 3 se presenta la latitud y longitud del lugar donde se ubica la Universidad de las Américas, en donde se llevó a cabo el desarrollo experimental.

Las condiciones climáticas del lugar donde se ubica la Universidad de las Américas son: altitud de 2700 msnm, humedad del 59 % y una temperatura que oscila entre 16 a 23 °C (INAMHI, 2018).

Elaboración de yogur batido con mermelada de mashua

El yogur batido con mermelada de mashua se llevó a cabo de acuerdo con el diagrama de flujo presentado en la Figura 2. Para su elaboración se requirió materias primas e insumos detallados a continuación:

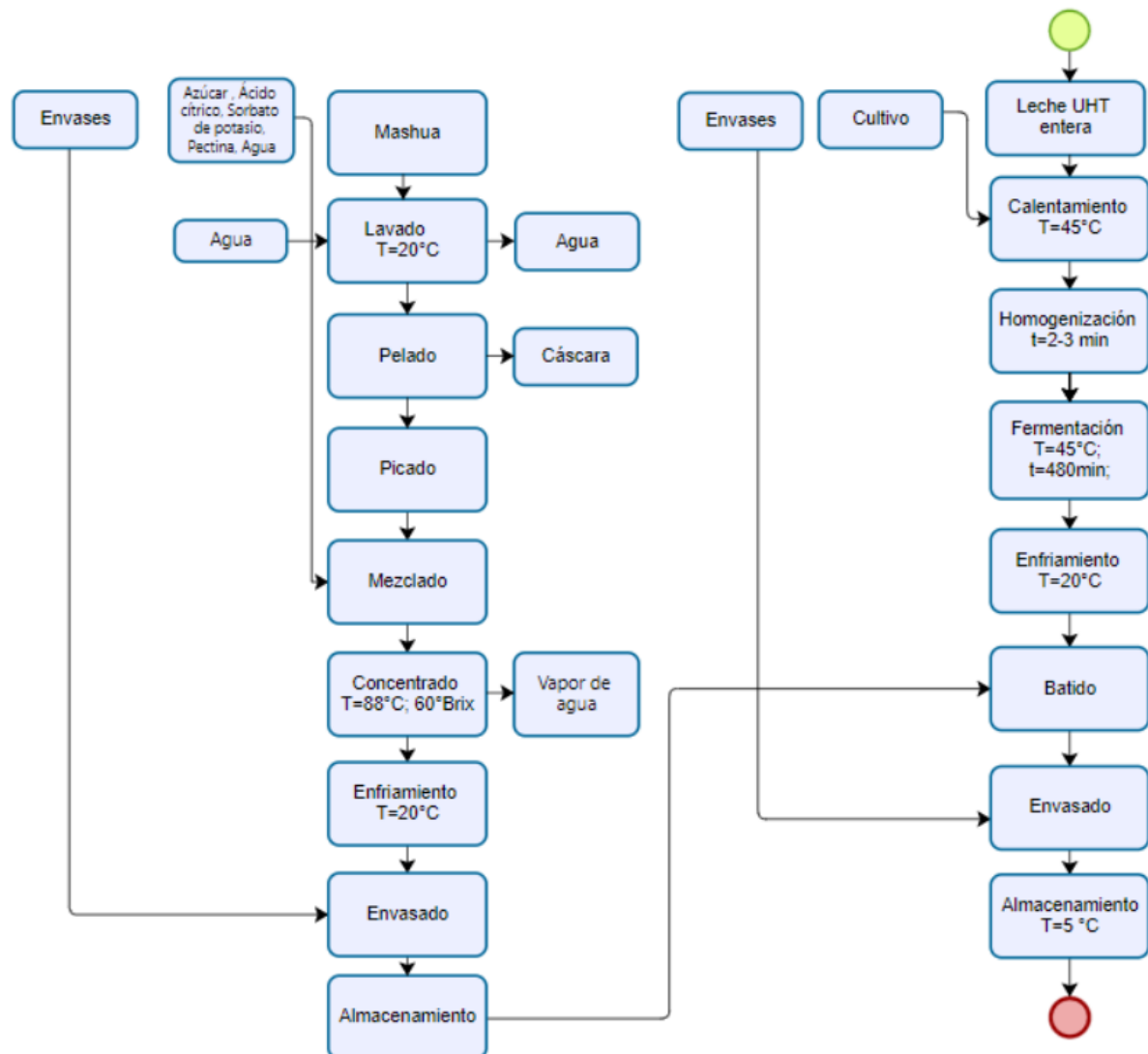
- Leche entera ultrapasteurizada UHT, obtenida de un supermercado de la ciudad de Quito.
- Mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) adquirida en el mercado 24 de mayo del cantón Otavalo-Ecuador.
- Mashua amarilla (*Tropaeolum tuberosum*) adquirida en el mercado Amazonas de la ciudad de Ibarra-Ecuador
- Cultivo lácteo concentrado (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) Y0440, que se ha desarrollado para aplicaciones termófilas con leche fermentada
- Azúcar, pectina, ácido cítrico, sorbato de potasio

Para la fase experimental se utilizó los siguientes equipos y materiales:

- Incubadora Roller Grill
- Balanza analítica Boeco
- Potenciómetro
- Termómetro digital
- Brixómetro
- Nevera

Figura 2

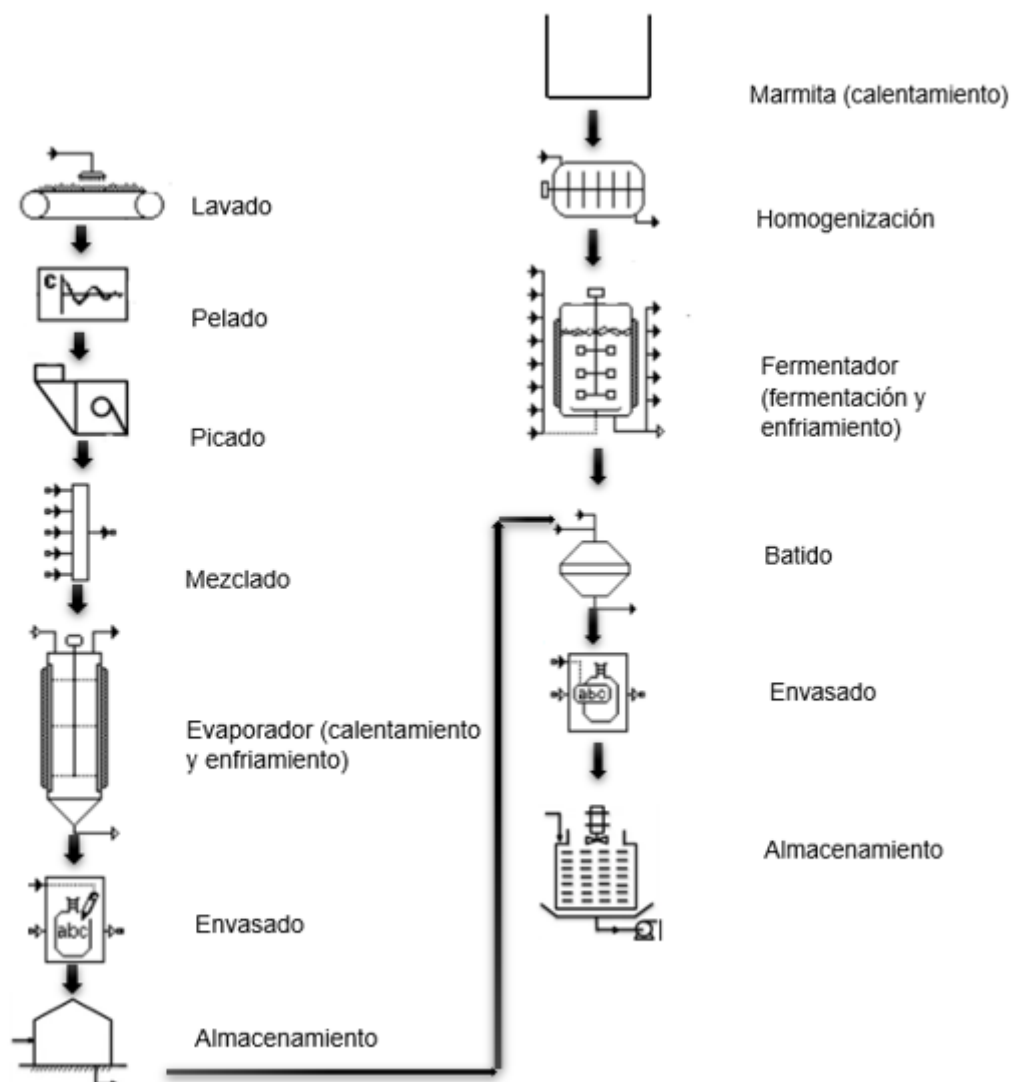
Diagrama de flujo del proceso de elaboración de yogur batido con mermelada de mashua



En la Figura 2 se presenta el proceso de elaboración de la mermelada de mashua y el yogur batido.

Figura 3

Pictograma elaboración de yogur batido con mermelada de mashua



En la Figura 3 se exhibe el pictograma de la elaboración de la mermelada de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) junto con el yogur batido.

Diseño del experimento

En el proyecto desarrollado, se aplicó la investigación descriptiva y experimental, para la definición de los tratamientos se trabajó con un arreglo factorial de 3*2 dentro del diseño experimental DCA, con sus respectivas variables, independientes y dependientes como se observa en la Tabla 2.

El análisis de datos de pH se realizó con ANOVA y Tukey que corresponde a una estadística paramétrica; y el análisis de la evaluación sensorial se realizó con Friedman que corresponde a una estadística no paramétrica

Tabla 4

Variables del experimento

Tipos de Variables	
Dependientes	Independientes
Olor	
Sabor	Concentración de
Textura	Mashua amarilla
Color	Mashua morada
pH	

En la Tabla 4 se indican las variables dependientes e independientes del proyecto que se evaluaron.

Se establecieron tres formulaciones para mashua amarilla y tres formulaciones para mashua morada como se observa en la Tabla 5, las cuales fueron evaluadas por los panelistas.

Tabla 5

Formulación de yogur batido con mermelada de mashua

Tratamiento	Concentración de mashua	Ecotipo de Mashua
T1 (M10)	10 %	Morada
T2 (M15)	15 %	Morada

T3 (M20)	20 %	Morada
T4 (A10)	10 %	Amarilla
T5 (A15)	15 %	Amarilla
T6 (A20)	20 %	Amarilla

En la Tabla 5 se presenta la concentración de mashua amarilla y morada que se empleó en cada tratamiento.

Análisis sensorial

Se seleccionaron panelistas no entrenados, consumidores de la ciudad de Quito que eran estudiantes y docentes de la Universidad de las Américas. Con edades comprendidas entre los 19 y 30 años, pertenecientes a un quintil económico 3 y 4, siendo este grupo los potenciales consumidores, puesto que conforme incrementa la edad de las personas se evidencia que existe un menor consumo de lácteos situación que no ocurre con otros productos como las verduras, frutas, embutidos, grasas y aceites (ENSANUT-ECU, 2012).

Se ofreció seis formulaciones a los panelistas, codificadas conforme se observa en la Tabla 6, cada muestra correspondió a 40 mL de yogur batido con mermelada de mashua amarilla y morada, se les pidió que de acuerdo con su agrado o desagrado hacia el producto llenen la hoja de registro (ver Anexo 4).

Se aplicó la prueba escalar de tipo afectiva a 30 consumidores, Espinosa, (2007) menciona que a nivel de laboratorio se puede utilizar de 25-30 jueces, pero se recomienda emplear entre 100 y 150 panelistas, puesto que se tiene una mejor representatividad.

La prueba escalar se utilizó para conocer en qué nivel agrada o no el producto, es decir la medida en la que el producto gusta o disgusta al consumidor, y en base a esto determinar el más aceptable. La prueba afectiva constó de una escala hedónica verbal de cinco puntos como se observa en el Anexo 4.

Tabla 6*Formulaciones y códigos empleados*

	Formulación	Código
T1	Mashua morada 10%	256
T2	Mashua morada 15%	362
T3	Mashua morada 20%	426
T4	Mashua amarilla 10%	586
T5	Mashua amarilla 15%	662
T6	Mashua amarilla 20%	779

En la Tabla 6 se presenta la codificación, tratamiento y formulación de las muestras entregadas a los panelistas.

Una vez recolectada la información (datos), se convirtió la escala hedónica verbal en escala numérica, los datos fueron tabulados en Excel, como se observa en la Tabla 6, la conversión de escalas significa asignar valores consecutivos a cada descripción, para procesarlos estadísticamente (Espinosa, 2007).

El tratamiento de datos se realizó a través de la aplicación estadística INFOSTAT; para determinar la formulación que tuvo una mayor aceptación, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman que es empleada con el fin de procesar variables dependientes ordinales de pruebas estadísticas no paramétricas que presentan más de dos muestras (M. Gómez et al., 2003).

La prueba no paramétrica de Friedman es equivalente a la prueba ANOVA, se utiliza cuando los datos no siguen una distribución normal, entonces se comparan las medias de 2 o más muestras (Amat, 2016). La situación experimental que resuelve la prueba es determinar si los promedios de los x tratamientos son iguales o no. El diseño está formado por x tratamientos, así

como por la muestra de sujetos p que es aleatoria e independientes entre sí, al igual que independientes del tratamiento (Ramírez et al., 2014).

Tabla 7

Conversión de la escala hedónica verbal en numérica

Categoría	Número
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

En la Tabla 7 se presenta la escala hedónica verbal transformada a numérica, la cual fue tabulada en Exel para ser analizada

Contenido de vitamina C y polifenoles totales

Se evaluó la cantidad de vitamina C y polifenoles totales en la muestra que mayor aceptación tuvo por los panelistas, mediante la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (Romero et al., 2016), en las instalaciones del laboratorio de investigación de la UDLA.

11.RESULTADOS

Tabla 8

Tabla resumen de pH para seis tratamientos

Tratamiento	Concentración de mashua	Ecotipo	Media \pm Desv. Est.
1	10	Amarilla	4,2 \pm 0,03
2	15	Amarilla	4,37 \pm 0,02
3	20	Amarilla	4,46 \pm 0,03
4	10	Morada	4,18 \pm 0,01
5	15	Morada	4,29 \pm 0,03
6	20	Morada	4,43 \pm 0,01

En la Tabla 8 se presentan las medidas de pH con su respectiva desviación estándar para cada tratamiento, correspondiente a una determinada concentración de mashua del ecotipo morada y amarilla en el yogur batido, los datos fueron obtenidos del programa INFOSTAT

Tabla 9

Análisis de la varianza

Variable	R ²	CV
pH	0,96	0,52

En la Tabla 9 se observa que R-cuadrado tiene un valor de 96%, lo cual indica en qué medida se ajusta el modelo a los datos, a mayor R² el modelo se ajusta mejor a los datos. El CV es el coeficiente de variación de Pearson, se emplea para comparar la dispersión de las medidas.

Tabla 10

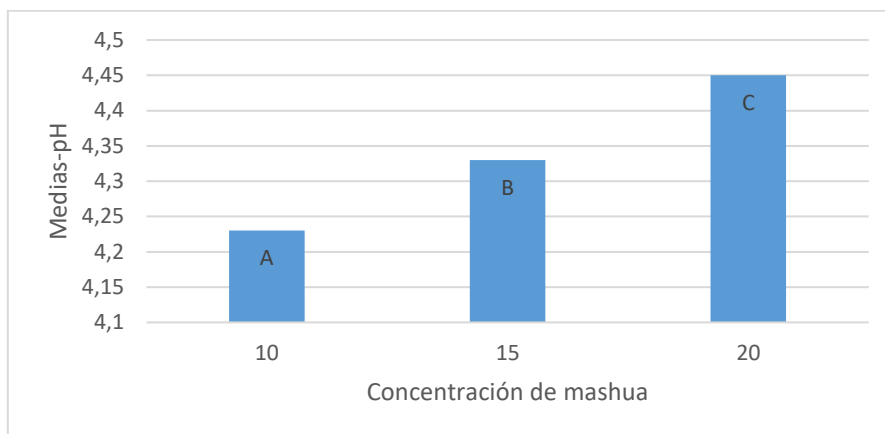
Cuadro de análisis de la varianza del pH

Fuente de variación (F.V.)	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (CM)	p-valor
Concentración de mashua	2	0,13	0,07***	< 0,0001
Ecotipo	1	0,02	0,02***	< 0,0001
Concentración de mashua*Ecotipo	2	$3,7e^{-0,3}$	$1,9 e^{-0,3 NS}$	0,0545
Error	12	0,01	$5,0 e^{-0,4}$	-
Total	17	0,17	-	-

En la Tabla 10 se presenta valores de gl, SC, CM y p-valor para los dos factores, concentración de mashua y ecotipo, así como para la interacción, esta última al tener un valor de p-valor igual a 0,054 es no es significativo porque el análisis se declara al 5%.

Figura 4

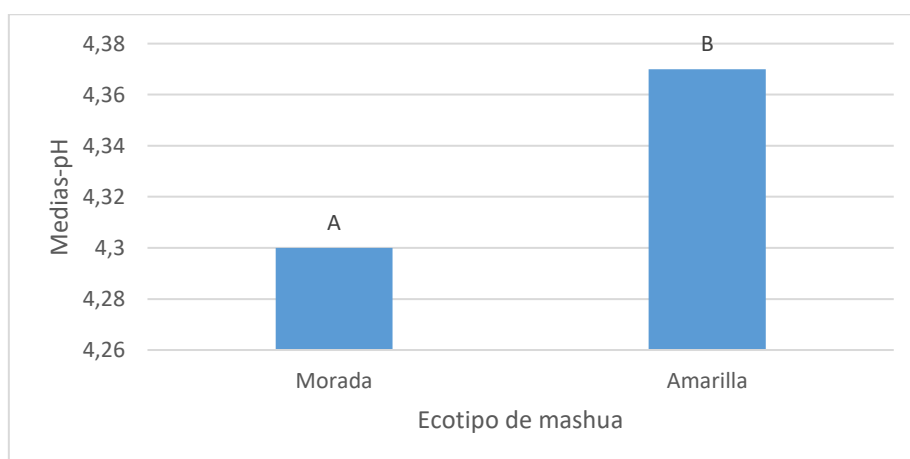
Test de Tukey para el factor concentración de mashua en yogur batido para $n=6$ y $\alpha=0,05$



En la Figura 4 se observa que el yogur batido que tiene una concentración de mermelada de mashua del 20 % tiene un pH de 4,45, que corresponde al grupo menos ácido, a continuación, se encuentra el grupo que tiene 15 % de mermelada de mashua cuyo pH es de 4,33 con una acidez intermedia, y finalmente se encuentra el grupo con una concentración del 10 % de mermelada de mashua que corresponde al más ácido.

Figura 5

Test de Tukey para el factor ecotipo para $n=6$ y $\alpha=0,05$



En la Figura 5 se observa el pH del yogur batido con mermelada de mashua morada es de 4,3, corresponde al ecotipo más ácido, por el contrario, el yogur

batido con mermelada de mashua amarilla presenta un pH de 4,37, siendo el menos ácido, a los cuales se los ha clasificado mediante la letra A y B respectivamente.

Tabla 11

Comparación de medias de rangos de los tratamientos mediante la prueba de Friedman para el atributo olor (n=30)

Tratamiento	Media de rangos				
779	1,95	a			
256	3,00		b		
586	3,30		b		
362	3,43		b	c	
662	4,50			c	d e
426	4,82				e

En la Tabla 11 se observa los resultados obtenidos a partir de la prueba de Friedman; el tratamiento 779 difiere de los demás por no compartir una letra en común, los tratamientos 256, 586 y 362 comparten una letra común (ver Anexo 8) lo cual indica que son muestras con la misma aceptación para el consumidor, de igual manera los tratamientos 362 y 662 presentan la misma aceptación así como las muestras 662 y 426, teniendo en cuenta la media de los rangos se escogió como el tratamiento con mayor aceptación a la muestra 426 cuya media de rangos es 4,82.

Tabla 12

Establecimiento de la media de los rangos de cada tratamientos mediante Friedman para el atributo color (n=30)

Tratamiento	Media de rangos	
256	2,22	a
779	3,00	b

662	3,08	b	c	
586	3,58	b	c	d
362	4,38			e
426	4,73			e

En la Tabla 12 se visualiza que el tratamiento 256 no comparte una letra en común con otro tratamiento y presenta la media de rangos más baja de 2,22 indica que no es de preferencia para el consumidor por lo tanto se la desprecia; de la misma manera se observa que los tratamientos 779, 662, 586 presentan una letra en común (ver Anexo 8) lo cual significa que presentaron la misma aceptación por parte del consumidor, pero su media es baja por lo tanto tampoco se las toma en cuenta.

Adicional, la muestra 662 y 586 obtuvieron una media de rango mayor y comparte una letra en común, pero evidentemente los tratamientos 362 y 426 son los más aceptables para el consumidor a pesar de que no difieren significativamente en cuanto a la apreciación del color, de estos dos tratamientos se escogió al que presenta mayor media de rangos que corresponde a la muestra 426.

Tabla 13

Valor de la media de los de rangos de cada tratamientos mediante Friedman para el atributo textura (n=30)

Tratamiento	Media de rangos			
586	1,67	a		
256	3,20	b		
779	3,32	b	c	
362	4,05			d
662	4,30			d
426	4,47			d

En la Tabla 13 se evidencia que el tratamiento 586 no comparte letra con los otros tratamientos, lo cual indica que es diferente, sin embargo, se desprecia el tratamiento dado que el valor de su media es inferior a los otros tratamientos; en este caso los tratamientos 362, 662 y 426 comparten una letra en común (ver Anexo 8), lo cual indica que son muestras con la misma aceptación en cuanto al atributo textura, pero al tomar en cuenta la forma ascendente de la media de los rangos se escoge al tratamiento 426 como el más aceptable.

Tabla 14

Comparación de la media de los rangos de cada tratamiento mediante Friedman para el atributo sabor (n=30)

Tratamiento	Media de rangos				
779	2,02	a			
586	3,05	b			
662	3,17	b	c		
256	3,75		c	d	
362	4,15			d	e
426	4,87				f

En la Tabla 14 se observa que el tratamiento 779 no comparte una letra en común con los otros tratamientos, por lo tanto, se desprecia debido a su media de rango inferior, y en este caso se observa una gran aceptación de la muestra 426 en cuanto al atributo sabor.

Tabla 15 Análisis por HPLC-extracción ácida y HPLC-extracción metanólica

Análisis por HPLC		
Vitamina C (mg/kg)	Polifenoles (mg/kg)	
101,135	Ácido Clorogénico	17,180
	Ácido 4-hidroxicinámico	24,770
	Ácido Siríngico	180,940
	Ácido Homovanílico	1,770

En la Tabla 15 se da a conocer los resultados de un análisis llevado a cabo por HPLC para vitamina C y polifenoles, realizado por el Laboratorio de Investigación UDLA, este análisis fue llevado a cabo con el tratamiento 426, que contiene un 20% de mermelada de mashua morada en yogur batido, esta muestra resultó la más aceptable por el consumidor tras la evaluación sensorial.

12. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como se observa en la Tabla 8 el pH para cada tratamiento es diferente, esto se debe a que las bacterias ácido-lácticas (cultivo iniciador) incrementa la concentración de H⁺ en la solución debido a la producción de ácidos (Zapata et al., 2015). Lo cual es confirmado también por Østlie et al., (2003), quien menciona que el *Lactobacillus bulgaricus* inducen a la disminución del pH debido a la actividad proteolítica, producción de aminoácidos y péptidos ácidos, de la misma forma el *Streptococcus thermophilus* produce metabolitos como el ácido fórmico y CO₂ que también reduce el valor de pH del medio.

La función básica de un cultivo iniciador es producir ácido láctico por fermentación del azúcar mayoritario de la leche, la lactosa. La fermentación por *Streptococcus thermophilus* disminuye el potencial de óxido reducción (O/R) del sistema y libera ácido fórmico como subproducto metabólico. A su vez la baja tensión de oxígeno y el ácido fórmico estimulan el crecimiento de *Lactobacillus bulgaricus*, que además se ve favorecido por los aminoácidos liberados debido a la actividad peptidásica de los cocos (Chandan & Kilara, 2013).

Así también cabe mencionar que los distintos valores de pH obtenidos pueden deberse a la variación en la temperatura tal como lo menciona Fox & McSweeney (1998), quien establece que el pH depende en gran medida de la temperatura, ya que en promedio el pH reduce 0,01 unidad cada °C que incrementa la leche, por lo tanto, el sistema buffer sufre cambios como consecuencia de que la solubilidad del fosfato de calcio también se ve afectada.

Cabe destacar que la fermentación fue llevada a cabo en varios recipientes, al no contar con un equipo que permita manejar en un solo batch, la cantidad de

litros empleados para la elaboración de yogur batido con mermelada de mashua, lo cual provocó que la transferencia de calor no se lleve a cabo de manera uniforme tal como lo menciona Afonso et al., (2008), incidiendo en la variación del pH.

Es importante mencionar, que el mayor valor de pH obtenido para el yogur batido con mermelada de mashua amarilla se debe a la cantidad de carbohidratos totales, tal como se menciona en un análisis realizado por Pacheco et al., (2020) quien encontró que la mashua amarilla posee una alta cantidad de carbohidratos totales $78 \pm 0,5$ (g/100 gdw) al igual que °Brix $13 \pm 0,3$, en comparación con otros tubérculos como el mello, además se estableció que para la mashua amarilla se obtuvo un pH de $6,7 \pm 0,2$, lo cual influye en los resultados obtenidos, puesto que el pH del yogur batido con mermelada de mashua amarilla presentan valores más altos que el yogur batido con mermelada de mashua morada (Arteaga et al., 2022).

En la Tabla 10 se exhiben los resultados de un modelo DCA factorial 3×2 , el análisis fue realizado para un nivel de significancia (alfa) de 0,05 el cual se utiliza como el límite de significancia, se observa que la interacción concentración de mashua*ecotipo, es no significativa tal como lo menciona (Lozano et al., 2021), ya que se obtuvo un p-valor superior al 0,05, por lo cual, se acepta la hipótesis nula y se evalúa los factores por separado. Dado que el p-valor es menor a 0,05 tal como lo menciona Molina, (2017) rechazamos la hipótesis nula del factor concentración de mashua que establece que no existe diferencia entre las concentraciones y concluimos que sí existe una diferencia significativa. De igual manera dado que el p-valor es inferior a 0,05 rechazamos la hipótesis nula del factor ecotipo que establece que no existe diferencia entre los ecotipos de mashua y concluimos que sí existe una diferencia que es significativa.

Como se visualiza en la Figura 4 todos los tratamientos que tienen una concentración de mermelada de mashua del 20 % tienen un pH menos ácido cuyo valor es de 4,45, obtenido mediante la prueba de Tukey que compara las medias individuales proveniente de un ANOVA de varias muestras sometidas a

tratamientos distintos (Vilariño & Menéndez Higinio, 2017), este valor se ve influenciado por la cantidad de carbohidratos totales de la mashua amarilla como lo menciona Pacheco et al., (2020), así como por la variedad del cultivo Ocaña, (2019), prácticas agrícolas, el clima del lugar y el suelo, estos son factores que influyen en las características físicoquímica del producto (Beltrán & Mera, 2013).

En la Figura 4 también se observa que los tratamientos con mermelada de mashua del 10% tienen un pH más ácido cuyo valor fue de 4,23, este resultado también se encuentra influenciado por la cantidad de carbohidratos totales de la mashua amarilla pese a que la mashua morada presenta una mayor cantidad de ácidos orgánicos por lo cual su pH individual disminuye (Chirinos et al., 2007), cabe destacar que en este análisis se está evaluando el factor concentraciones sin tomar en cuenta los ecotipos, es decir tanto para el pH de 4,45 y pH de 4,23, menos ácido y más ácido respectivamente existe una influencia de la mashua amarilla.

En la Figura 5 se observa que al realizar la prueba de Tukey para una DMS de 0,02297 y un alfa de 0,05 para los ecotipos de mashua, al yogur batido con mermelada de mashua amarilla le corresponde un pH de 4,37 y para el yogur batido con mermelada de mashua morada el pH es de 4,3, por lo tanto, en base a los resultados con respecto al ecotipo se establece que el yogur batido con mermelada de mashua morada es más ácido en todas sus concentraciones debido a la cantidad de ácidos orgánicos (Chirinos et al., 2007),

Los ácidos orgánicos también se denominan ácidos débiles, son sustancias polares y se encuentran presentes en la naturaleza, a temperatura ambiente el 1% de las moléculas de RCOOH se separa en iones (Aguilar-Galvez et al., 2023). Los puentes de hidrógeno pueden formarlos entre sí o también con aquellas moléculas cuyo pka se encuentre entre 4 y 5. La acidez de los ácidos carboxílicos es aproximadamente un billón de veces mayor que la de los alcoholes (Sánchez et al., 2018). El pka mide cuan fuerte es un ácido, mientras

menor sea el valor del pka de un ácido, mayor será su capacidad de ionizar y por lo tanto el ácido será más fuerte (Juárez, 2020).

La mashua morada presenta una mayor cantidad de fenoles totales que corresponde al siguiente valor $39,8 \pm 0,04$ medido en mg de ácido gálico/g con una capacidad antioxidante de $169,1 \pm 0,15$ μM trolox/100g lo cual influye en su menor valor de pH tal como lo menciona (Inostroza et al., 2015) en comparación con la mashua amarilla que presenta una capacidad antioxidante de $13,7 \pm 0,68$ μM trolox/100g y 10,5 mg de ácido gálico/g de fenoles totales.

La capacidad antioxidante equivalente de Trolox (TEAC) mide la fuerza antioxidante, basada en la unidad Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico), medida en unidades llamadas equivalentes de Trolox (TE), es utilizado por la dificultad que existe para medir los componentes antioxidantes individuales de una solución, la medida equivalencia de Trolox es un punto que se toma como referencia para la capacidad antioxidante (Rodríguez et al., 2015).

Así también en un estudio realizado por Saá (2019), se encontró que para la mashua morada se tiene un pH 6,2 y para la mashua amarilla un pH 6,22 (Beltrán & Mera, 2013), en cuanto a la acidez titulable para la mashua morada 77,2 % y para mashua amarilla de $1,59 \pm 0,05$ %. A mayor acidez titulable menor pH por cuando su adición al yogur batido también reduce el pH del yogur de acuerdo con el ecotipo que se emplee y la concentración.

Cabe destacar que el pH mide la concentración de iones hidronio [H_3O^+] y la acidez mide tanto protones libres como unidos (Gardiner et al., 1997). Los valores de acidez corresponden a la acidez natural de los ecotipos de mashua que influyen en la acidez desarrollada en el yogur batido ya sea por procesos térmicos, enzimáticos o microbiológicos.

Análisis sensorial

Al observar la Tabla 11, 12, 13 y 14 se selecciona a la muestra 426 (mashua morada 20 % en yogur batido) como la más aceptada por el consumidor, en

aquellos casos en los que no se presentó diferencia significativa con otros tratamientos se tomó en cuenta el valor más alto de la media de los rangos.

Como se observa en la Tabla 11 no se presenta diferencia significativa con respecto al olor entre la muestra 662 y 426, lo cual se atribuye a los compuestos fenólicos que son responsables del sabor, color, olor y acidez de la mashua como lo menciona Velásquez et al., (2020), la mashua morada tiene más contenido de fenoles totales cuyo valor es de $39,8 \pm 0,046$ mg de ácido gálico/g en comparación a la mashua amarilla 10,51 mg de ácido gálico/g. Además, el factor pH del yogur batido influye en la percepción en cuanto al olor por parte del consumidor, por lo tanto, en base a lo mencionado se toma en cuenta la mayor media de rangos correspondiente a la muestra 426 y es escogida como la más aceptada por los panelistas.

En cuanto al color, como se indica en la Tabla 12 la muestra 362 y 426 no presentan una diferencia significativa pero tomando en cuenta la media de los rangos se escogió como el más aceptable a la muestra 426, cabe señalar que las dos muestras corresponden a yogur batido con mermelada de mashua morada, en una concentración del 15 % y 20 % respectivamente, en éste caso se atribuye la preferencia por el ecotipo morado a la presencia de antocianinas que según Velásquez et al., (2020) se encuentra en una cantidad de $34,58 \pm 0,127$ mg/100 g. Este compuesto bioactivo toma una coloración violeta en un pH de 4 a 7 como lo menciona (Hurtado & Pérez, 2014) lo cual ha influido en el resultado del análisis sensorial, obteniendo a la muestra 426 como la más aceptable por el consumidor.

Al evaluar los resultados en la Tabla 13 del análisis sensorial para la textura se evidencia que entre las muestras 362, 662 y 426 no existe diferencia significativa lo cual se debe a que la mashua tanto amarilla como morada ostentan una textura arenosa, debido a la presencia de almidón incluso mayor que la oca y melloco (Velásquez & Velezmoro, 2018).

Así también cabe destacar que el sabor evaluado en la Tabla 14 se ve influenciado por los glucosinolatos, como lo menciona Grau et al., (2003), en la materia seca de la *Tropaeolum tuberosum* morada los glucosinolatos

responsables del sabor picante se encuentran en 110,60 $\mu\text{mol g}^{-1}$, por el contrario, en la mashua amarilla se encuentran 74,22 $\mu\text{mol g}^{-1}$ (Paredes, 2013), pese a que la mashua morada presenta una mayor cantidad de glucosinolatos y por tanto es más picante ha sido de mayor aceptación por el consumidor en cuanto al sabor, probablemente porque fue sometido a un proceso de cocido durante 1 minuto, en donde se da una degradación de este compuesto (Cairampoma, 2020), el proceso contribuyó a reducir el sabor picante en el yogur batido y lo hizo más aceptable .

Vitamina C y Polifenoles totales en la muestra 426

Arteaga et al., (2022) menciona que la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) contiene un elevado contenido de proteínas, carbohidratos, fibra y ácido ascórbico o vitamina C, éste se encuentra en una cantidad de 640 mg por 1 kg de mashua morada en estado fresco; de acuerdo a la Tabla 15 la cantidad de vitamina C es de 101,135 mg/kg, al ser incorporado un 20% de mashua morada, se afirma que la vitamina C se encuentra presente en el yogur batido, convirtiéndolo en un producto que brinda beneficios al consumidor ya que como lo menciona Gómez & Bedoya, (2005) la leche de vaca no posee vitamina C en la misma cantidad que otros compuestos como la vitamina A (1299,5 mg/L) y D (41,25 mg/L).

La vitamina C actúa como antioxidante, previene enfermedades cardiovasculares, protege a las células de efectos dañinos de los radicales libres, así también favorece la producción de colágeno, que mantiene en buen estado la piel y facilita la cicatrización, ayuda en la absorción de hierro e incrementa el funcionamiento del sistema inmunitario, y de igual manera presenta efectos positivos en la prevención del cáncer de colon, mama o pulmón (Moreiras, 2018).

En los alimentos que provienen de plantas la vitamina E, C, carotenoides y compuestos fenólicos constituyen los antioxidantes presentes en la mashua que de acuerdo con Shahidi, (2015) producen una capacidad antioxidante del tubérculo incluso mayor que la papa, melloco y oca.

Según (Cuya, 2009a) “La mashua es fuente importante de actividad antioxidante y es comparado incluso con arándano, un cultivar premier y que es considerado una de las frutas con más alto contenido de actividad antioxidante y que en términos de nutrición es excelente”.

En cuanto a la cantidad de compuestos fenólicos, se menciona que en la mashua morada es de 920 a 3370 mg/kg (Campos, 2011), mientras que en el ecotipo de mashua amarilla se presenta un bajo contenido; en base al resultado planteado en la Tabla 16, sí existe presencia de polifenoles totales en una cantidad de 224,66 mg/kg al añadir 20 % de mashua morada al yogur batido.

En otro estudio realizado por (Taípe, 2017b) y (Velásquez et al., 2020) se encontró que los fenoles totales en la mashua morada eran de $38,8 \pm 0,04$ expresada en mg de ácido gálico/g y en la mashua amarilla 10,51 mg de ácido gálico/g, por lo expuesto se asegura que el yogur batido con mermelada de mashua morada ofrece mayor contenido de fenoles.

Campos, (2011) menciona que los compuestos fenólicos tienen una alta relación con la capacidad antioxidante y que existe una baja relación entre la capacidad antioxidante y las antocianinas (Arteaga et al., 2022), lo cual indica que los compuestos fenólicos contribuyen con la capacidad antioxidante de la mashua (Huaccho, 2016).

Según (AEFA, 2018) “Los compuestos fenólicos son muy susceptible a la oxidación, por lo tanto, tienen un carácter marcadamente antioxidante, ya que experimentarán la oxidación antes que otras sustancias susceptibles de ser oxidadas y en consecuencia las protegerán frente a esos ataques oxidantes (luz, radicales libres, químicas)”.

Las propiedades antioxidantes de los fenoles se han probado en animales y en humanos (Gimeneo, 2004). Estas propiedades antioxidantes contribuyen con la salud humana, y se involucran en la prevención del cáncer, la protección contra la incidencia y el progreso de la diabetes, osteoporosis, prevención de enfermedades cardiovasculares e incluso el Alzheimer (Abril, 2021).

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El yogur batido con mermelada de mashua ecotipo morada presentó un menor valor de pH (4,3), en comparación con el yogur batido con mermelada de mashua ecotipo amarilla con pH (4,37), debido a la presencia de una mayor cantidad de compuestos orgánicos, por lo cual el pH disminuye, cabe destacar que existen otros factores que reducen el pH del yogur como son el *Lactobacillus bulgaricus* que genera péptidos ácidos y el *Streptococcus thermophilus* que genera metabolitos como el ácido fórmico, así como la temperatura que en promedio disminuye el pH en 0,01 unidad por cada °C que incrementa la leche.

El tratamiento 426, constituido por 20 % de mermelada de mashua morada en yogur batido, fue seleccionado como el más aceptado por los consumidores, al realizar el tratamiento de datos mediante la prueba no paramétrica de Friedman en INFOSTAT.

El contenido de vitamina C por HPLC-extracción ácida es de 101,135 mg/kg en la muestra 426 que corresponde al yogur batido con mermelada de mashua más aceptado por los panelistas, convirtiéndolo en un producto que brinda beneficios al consumidor ya que la vitamina C es un antioxidante que cuida de los radicales libres a las células y previene el cáncer de colon, mama y pulmón.

Como resultado del análisis de la muestra 426 por HPLC-extracción metanólica, los polifenoles que tienen propiedades antioxidantes se encuentran en una cantidad de 224,66 mg/kg al añadir 20 % de mashua morada al yogur batido, cabe señalar que fue expresada en ácido clorogénico 17,180 mg/kg, ácido 4-hidroxicinámico 24,770 mg/kg, ácido siríngico 180,940 mg/kg y ácido homovanílico 1,770 mg/kg.

El yogur batido con mermelada de mashua morada, brinda antioxidantes naturales a los consumidores como son vitamina C y polifenoles, se proporciona una opción que promueve la ingesta de mashua morada y la necesidad de incrementar las áreas cultivadas de este tubérculo en el Ecuador.

Recomendaciones

Incorporar en una mayor concentración la mermelada de mashua morada, sin sobrepasar el 30 % (m/m) de ingredientes no lácteos en yogur batido como lo menciona la Norma INEN 2395, (2011), con el fin de maximizar la cantidad de antioxidantes que se ofrecen en el producto al consumidor.

A partir de este estudio se recomienda considerar para el diseño del empaque, que sea oscuro, de esta manera se conservará el contenido de vitamina C, caso contrario, al ser este antioxidante fotosensible su cantidad disminuirá, reduciendo los efectos benéficos para el consumidor.

Se recomienda ampliar el estudio de compuestos bioactivos presentes en el yogur batido con mermelada de mashua amarilla y morada por diferentes métodos (ABTS Y DPPH) con el fin de comparar sus resultados y evaluar la importancia que cada uno presenta individualmente y en conjunto.

Realizar un análisis reológico, microbiológico y tiempo de vida útil del yogur batido con mermelada de mashua morada.

Se recomienda emplear un fermentador con la capacidad adecuada, con agitación y control de temperatura hasta que el proceso de fermentación finalice.

14. REFERENCIAS

- Abril, Z. (2021). Antioxidantes producidos por microorganismos acuáticos y terrestres con uso potencial en cosméticos. *Actualidades Biológicas*, 44(116), 1–19. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v44n116a02>
- AEFA. (2018). *Compuestos fenólicos para superar situaciones de estrés abiótico*. Los Compuestos Fenólicos Como Antioxidantes Naturales Para Superar Situaciones de Estrés Abiótico. <https://aefa-agronutrientes.org/compuestos-fenolicos-para-superar-situaciones-de-estres-abiotico>
- Afonso, I. M., Cruz, P., Maia, J. M., & Melo, L. F. (2008). Simplified numerical simulation to obtain heat transfer correlations for stirred yoghurt in a plate heat exchanger. *Food and Bioproducts Processing*, 86(4), 296–303. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2008.01.004>
- Aguilar-Galvez, A., García-Ríos, D., Ramírez-Guzmán, D., Lindo, J., Chirinos, R., Pedreschi, R., & Campos, D. (2023). In vitro and in vivo biotransformation of glucosinolates from mashua (*Tropaeolum tuberosum*) by lactic acid bacteria. *Food Chemistry*, 404, 134631. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134631>
- Alais, C. (2003). Principios de técnica lechera. In S. Reverté (Ed.), *Ciencia de la Leche* (4ta ed., p. 873). https://books.google.com.ec/books?id=bW_ULacGBZMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false
- Álvarez, M., Ilzarbe, L., Tanco, M., & Viles, E. (2007). El diseño de experimentos como herramienta para la mejora de los procesos. Aplicación de la metodología al caso de una catapulta. *Redalyc*, 10(20), 127–138. <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257021012011.pdf>
- Amat, J. (2016). *Test de Friedman*. https://www.cienciadedatos.net/documentos/21_friedman_test
- Ancos, B., Bravo, J., González Montserrat, Hernández Elena, & Pérez, M. (2011). *Curso de Análisis Sensorial de Alimentos* [Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL)]. <https://docplayer.es/6389156-Curso-de-analisis-sensorial-de-alimentos-octubre-2011-instituto-de-investigacion-en-ciencias-de-la-alimentacion-cial-instituto-mixto-csic-uam.html>
- Apaza, Luis., Tena, Victor., & Bermejo, Paulina. (2020). Local/traditional uses, secondary metabolites and biological activities of Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón). *Journal of Ethnopharmacology*, 247, 112152. <https://doi.org/10.1016/J.JEP.2019.112152>

- Arias Lamos, D., Montaña Díaz, L. N., Velasco Sánchez, M. A., & Martínez Girón, J. (2018). Alimentos funcionales: avances de aplicación en agroindustria. *Tecnura*, 22(57), 55–68.
<https://doi.org/10.14483/22487638.12178>
- Arteaga, D., Chacón, L., Samamé Victor, Valverde, D., & Paucar, L. (2022). Mashua (*Tropaeolum tuberosum*): Composición nutricional, características químicas, compuestos bioactivos y propiedades beneficiosas para la salud. *Agroindustrial Science*, 12(1), 95–101.
<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience>
- Aruquipa, R., Trigo, R., Bosque, H., Mercado, G., & Condori, J. (2016). El Isaño (*Tropaeolum tuberosum*) un cultivo de consumo y medicina tradicional en Huatacana par el beneficio de la población boliviana. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 3(2).
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182016000200004&script=sci_arttext
- Astudillo, J. (2016). *Diseño e implementación del laboratorio de análisis sensorial para la empresa ITALIMENTOS. CÍA.LTA* [https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5203/1/11585.pdf, Universidad del Azuay].
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5203/1/11585.pdf>
- Babio, N., Guillermo, M., & Salas, J. (2017). Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta? *Scielo*, 34, 26–30.
https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112017001000006#:~:text=Los%20%C3%A1cidos%20como%20el%20yogur,B3%20y%20B12.
- Baker, R., Berry, N., & Hui, Y. (2005). *Food preserves and jams* (D. Barrett, L. Somogyi, & H. Ramaswamy, Eds.; second edition, pp. 113–125). FL: CRC Press.
- Behar, H., Oscar, D., Muñoz, M., Arcos, J., & Best, I. (2021). Phenolic compounds and in vitro antioxidant activity of six accessions of mashua (*Tropaeolum tuberosum* R. & P.) from Puno Region, Peru. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 74, 3, 9707–0714.
<https://doi.org/10.26439/ing.ind2021.n40.5150>
- Behar Montes, H., Reategui, O., Liviác Muñoz, D. M., Arcos Pineda, J. H., & Best Cuba, I. K. (2021). Phenolic compounds and in vitro antioxidant activity of six accessions of mashua (*Tropaeolum tuberosum* R. & P.) from Puno Region, Peru. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(3), 9707–9714. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n3.93020>
- Beltrán, A., & Mera, J. (2013). *Elaboración del tubérculo mashua (Tropaeolum tuberosum) troceada en miel y determinación de la capacidad antioxidante*

[Universidad de Guayaquil].

http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/352/simple-search?query=&sort_by=score&order=desc&rpp=10&filter_field_1=subject&filter_type_1>equals&filter_value_1=ALIMENTOS+PROCESADOS&etal=0&filtername=author&filterquery=Beltran+S%C3%A1nchez%2C+Andr%C3%A9s+Felipe&filtertype>equals

- Beltrán, K. (2018). *Desarrollo de un yogurt natural de bajo contenido calórico, enriquecido con quinua entera tostada (Tunkahuan) y edulcorado con stevia (Rebaudiana bertonii) y sucralosa* [Universidad de las Américas]. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10367/1/UDLA-EC-TMACSA-2018-21.pdf>
- Bentham, J., di Cesare, M., Stevens, G. A., Zhou, B., Danaei, G., Lu, Y., Bixby, H., Cowan, M. J., Riley, L. M., Hajifathalian, K., Fortunato, L., Taddei, C., Bennett, J. E., Ikeda, N., Khang, Y. H., Kyobutungi, C., Laxmaiah, A., Li, Y., Lin, H. H., ... Cisneros, J. Z. (2016). Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: A pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *The Lancet*, 387(10026), 1377–1396. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30054-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30054-X)
- Brito, B., Caicedo, C., Córdova, J., Espín, S., Espinosa, P., Estrella, J., Heredia, G., Merino, F., Muñoz, L., Nieto, M., Valverde, F., & Villacrés, E. (2004). *Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador* (V. Barrera, C. Tapia, & A. Monteros, Eds.; Vol. 4). <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3264/1/iniapscCD55p91.pdf>
- Cairampoma, J. (2020). *Efecto del tiempo y tipo de cocción en la concentración de glucosinolatos de tres accesiones de mashua (Tropaeolum tuberosum)* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7194/T010_44591766_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Campos, C. (2011). *Optimización de la Extracción de Glucosinolatos a partir de Harina de Mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz y Pavón)*. Universidad Católica de Santa María.
- Campos, D., Noratto, G., Chirinos, R., Arbizu, C., Roca, W., & Cisneros-Zevallos, L. (2006). Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of Andean tuber crops: native potato (*Solanum* sp.), mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(10), 1481–1488. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2529>
- Cárdenas, N., Cevallos, C., Salazar, J., Romero, E., Gallegos, P., & Cáceres Mayra. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Dominio de Las Ciencias*,

- 4(3), 253–263. chrome-extension://dagcmkpagjlhakfdhnbomgmjdpkdklff/enhanced-reader.html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F6560198.pdf
- Castejón, N. (2022). *Mashua negra, propiedades del anticancerígeno andino*. Revista de Salud y Bienestar. <https://www.webconsultas.com/curiosidades/mashua-negra-propiedades-del-anticancerigeno-andino>
- Chandan, R., & Kilara, A. (2013). *Elaboración de yogur y leches fermentadas* (Ramesh Chandan & Arun Kilara, Eds.; ACRIBIA, Vol. 1).
- Chirinos, R., Rogez, H., Campos, D., Pedreschi, R., & Larondelle, Y. (2007). Optimization of extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón) tubers. *Separation and Purification Technology*, 55(2), 217–225. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2006.12.005>
- Comité de Seguridad Alimentaria (CSA). (2018). *La nutrición y los sistemas Alimentarios*. 1–172. <https://gestionparticipativa.pe.iica.int/getattachment/b50e612c-d9c4-433e-aabb-512dfcec1f9d/La-nutricion-y-los-sistemas-alimentarios.aspx>
- Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos. (2015). *Guía Técnica para el procesamiento artesanal de mermeladas*. 1–42. <https://www.gobiernogalapagos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/manual-mermeladas.pdf>
- Cuya, R. (2009a). *Efecto de secado en bandeja y atomización sobre la actividad antioxidante de la mashua (*Tropaeolum tuberosum* R/P)* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1703/TAL%2015-119-TM.pdf?sequence=1>
- Cuya, R. (2009b). *Efecto de secado sobre la actividad antioxidante de la harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum* R&P)* [Universidad Nacional de Callao]. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/421>
- El-Nawawi, S. A., & Heikel, Y. A. (1997). Factors affecting gelation of high-ester citrus pectin. *Process Biochemistry*, 32(5), 381–385. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(96\)00076-3](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(96)00076-3)
- ENSANUT-ECU. (2012). *Encuesta Nacional de Salud Y Nutrición*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/MSP_ENSANUT-ECU_06-10-2014.pdf

- Espinosa, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Editorial Universitaria.
- Fox, P., & McSweeney, P. (1998). Dairy chemistry and biochemistry. In *Blackie Academic & Professional*.
- Gardiner, J. A., Pollard, M. A., & Curzon, M. E. J. (1997). The effect of different concentrations of sugars in two foods (yoghurts and baked beans) on plaque pH. *International Dental Journal*, 47(2), 115–120.
<https://doi.org/10.1111/j.1875-595X.1997.tb00686.x>
- Gimeneo, E. (2004). Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. *Elsevier*, 23(6), 80–84.
- Gómez, D., & Bedoya, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 38–42.
<https://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>
- Gómez, M., Danglot, C., & Vega, L. (2003). Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuándo usarlas. *Revista Mexicana de Pediatría*, 70(2), 91–99.
<https://www.ugr.es/~fmocan/MATERIALES%20DOCTORADO/Sinopsis%20de%20pruebas%20estadisticas%20no%20parametricas.pdf>
- Gonzales, J., Alvis, R., Pino, J. L. R., & Iziga, R. (2020). Effect of the aqueous solution of “mashua” on the reproductive capacity of male mus musculus and its implication in preimplantation embryonic development. Preclinical test. *Revista de La Facultad de Medicina Humana*, 20(4), 662–669.
<https://doi.org/10.25176/RFMH.v20i4.3187>
- Grau, A., Ortega, R., Nieto, C., & Hermann, M. (2003). *Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, Mashua (Tropaeolum tuberosum)* [International Plant Genetic Resources Institute].
https://www.researchgate.net/publication/239602353_Promoting_the_Conservation_and_Use_of_Underutilized_and_Neglected_Crop
- Guédez, D. (2014). Revista Diseños Experimentales. *Experimentación Es Ciencia*, 1(1), 5–21.
https://issuu.com/dexalina/docs/revista_dise__os_experimentales
- Gul, K., Singh, A. K., & Jabeen, R. (2016). Nutraceuticals and Functional Foods: The Foods for the Future World. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(16), 2617–2627.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2014.903384>
- Hernández, A., & Romagosa, S. (2015). Desarrollo de una leche fermentada probiótica con jugo de Aloe vera. *Scielo*, 35(1).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-

61852015000100008#:~:text=Las%20leches%20fermentadas%20se%20c
onservan,alto%20valor%20biol%C3%B3gico%20%5B4%5D

- Hurtado, N. H., & Pérez, M. (2014). Identificación, Estabilidad y Actividad Antioxidante de las Antocianinas Aisladas de la Cáscara del Fruto de Capulí (*Prunus serótina* spp *capuli* (Cav) Mc. Vaug Cav). *Información Tecnológica*, 25(4), 131–140. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000400015>
- Illanes, A. (2015). Alimentos funcionales y biotecnología. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 17(1), 5–8. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v17n1.50997>
- INAMHI. (2018). *Pronóstico de tiempo y productos*. <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- INIAP. (2012). *Redescubriendo conocimientos y sabores* (Vol. 1).
- Inostroza, L., Castro, A., Hernández Eloisa, Carhuapoma, M., Yuli, R., Collado, A., & Córdova, J. (2015). Actividad antioxidante de *tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón (mashua) y su aplicación como colorante para yogur. *Ciencia e Investigación*, 18(2), 83–89. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/13615/12021>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1988). *Conservas Vegetales Mermelada de Frutas Requisitos*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/419.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *Norma para las confituras, jaleas y mermeladas (Codex STAN 296-2009, MOD)*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2825.pdf>
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, I. (2011). *Leche y productos lácteos muestreo*.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, I. (2012). *Leche Cruda Requisitos*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/9-5.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 2395. (2011). *Leches Fermentadas. Requisitos*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2395-2r.pdf>
- Javanmard, M., & Endan, J. (2010). A survey on rheological properties of fruit jams. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 1(1), 31–37.
- Juárez, C. (2020, May 7). *Ácidos orgánicos presentes en la vida cotidiana*. The Food Tech. <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/acidos-organicos-presentes-en-la-vida-cotidiana/>

- León, C. (2018). *Determinación de compuestos bioactivos en la mashua (Tropaeolum tuberosum)*. Universidad Nacional de Callao.
- López, M., Mercado, J., Martínez, G., & Magaña, J. (2011). *Formulación de una mermelada a partir de pulpa y cáscara de tunas (Opuntia spp.) elaborada a nivel planta piloto*. 21(2), 31–36.
<https://www.redalyc.org/pdf/416/41619838004.pdf>
- Lozano, V. A., Olivieri, A. C., Pellegrino Vidal, R., & Pisano, P. L. (2021). Statistics and Food Quality. In *Comprehensive Foodomics* (pp. 362–386). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22862-X>
- Macedo y Ramírez, R. C., & Vélez-Ruiz, J. F. (2015). Propiedades Físicoquímicas y de Flujo de un Yogur Asentado Enriquecido con Microcápsulas que Contienen Ácidos Grasos Omega 3. *Información Tecnológica*, 26(5), 87–96. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000500012>
- MAG. (2020). *MAG trabaja en el fortalecimiento de sistema de producción de semillas nativas y tradicionales*.
- Malpartida, R., Astete, J., Uscuchagua, Y., & Rosales, M. (2022). Características físicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos en tres variedades de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón): Una revisión. *Revista Tecnológica ESPOL*, 34(2), 41–51.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2000). *Censo Nacional Agropecuario*. 1–63.
- Moldoveanu, S., & David, V. (2022). *Essentials in Modern HPLC Separations*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2020-0-04542-1>
- Molina, M. (2017). ¿Qué significa realmente el valor p? *SciELO Analytics*, 19(76). https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322017000500014#:~:text=Una%20p%20%3C%200%2C05%20significa,el%20terreno%20de%20la%20probabilidad.
- Moreiras, G. (2018). La leche como vehículo de salud para la población. *Nutrición Hospitalaria*, 35(6). <https://doi.org/10.20960/nh.2288>
- Morillo C., A. C. C., Morillo C., Y., & Tovar L., Y. P. (2016). Caracterización molecular de cubios (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón) en el departamento de Boyacá. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 32. <https://doi.org/10.22267/rcia.163302.50>
- Navarrete, O. (2016). *Mermelada de frutas y cítricos*. <https://oneproseso.webcindario.com/Mermeladas.pdf>

- Negri, L. (2005). El pH y la Acidez de la Leche. In *Referencias Técnicas para el logro de la calidad de la leche* (Vol. 2, pp. 105–161).
<http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/pH-y-acidez-en-leche2.pdf>
- Ocaña, I. (2019). “*Caracterización Físicoquímica, Nutricional y Reológica De Cultivos Andinos Infrautilizados*” [Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30002/1/AL%20707.pdf>
- Olivas, R., Nevárez, G., & Gastélum María. (2020). Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos: Difference tests in the sensorial analysis of food. *Tecnociencia Chihuahua*, 3(1), 1–7.
<https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/735#:~:text=Las%20pruebas%20de%20diferencia%20son,productos%20similares%2C%20entre%20otras%20aplicaciones.>
- OMS. (2013). *Informe sobre la salud en el mundo - Reducir los riesgos y promover una vida sana*.
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
- Østlie, H. M., Helland, M. H., & Narvhus, J. A. (2003). Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in milk. *International Journal of Food Microbiology*, 87(1–2), 17–27. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(03\)00044-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(03)00044-8)
- Pacheco, M. T., Hernández-Hernández, O., Moreno, F. J., & Villamiel, M. (2020). Andean tubers grown in Ecuador: New sources of functional ingredients. *Food Bioscience*, 35, 100601.
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100601>
- Paltrinieri, G. (2006). *Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas nativas e introducidas*.
<https://www.fao.org/3/x5029s/X5029S00.htm#Contents>
- Paredes, J. (2013). *Evaluación del efecto del procesamiento: blanqueado y secado en el contenido de glucosinolatos y la actividad mirosinasa en Tropaeolum tuberosum Ruiz y Pavon (mashua, en sus variedades amarilla y morada)* [Universidad Católica de Santa María].
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_2d7a6448800eb3389004b9b532df93f5
- Parra, R. (2012). Yogur en la salud humana. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 162–177.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492012000200017&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Ramírez, J., Murcia, C., & Castro Vanesa. (2014). Análisis de aceptación y preferencia de manjar blanco del valle. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), 20–27.
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n1/v12n1a03.pdf>

- Rodríguez, D., & Pérez, L. (2006). Intolerancia a la lactosa. *Scielo*, 98(2).
- Rodriguez, O., Andrade, W., & Diaz, F. (2015). Actividad Antioxidante de extractos de hojas de *Bocconia frutescens* L. (Papaveraceae). *Journal of Technology*, 14(2), 21–36.
<https://www.studocu.com/latam/document/universidad-autonoma-de-santo-domingo/bioquimica/actividad-antioxidante-de-extracto-s-de-hojas-de-bocconia-dpph/34876495>
- Romero, A., Escalada, J. P., Bregliani, M., & Pajares, A. (2016). Utilización de Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia (HPLC) para determinar consumo de sustrato. *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, 8(2), 52–59.
<https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v8i2.172>
- Saá, M. (2019). *Evaluación del efecto de secado de la mashua morada Tropaeolum tuberosum sobre las propiedades organolépticas y actividad antioxidante* [Universidad Técnica del Norte].
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9033/2/ART%c3%8dCULO.pdf>
- Sánchez-Feria, C., Salinas-Moreno, Y., González-Hernández, V. A., Ybarra-Moncada, Ma. del C., Cruz-Huerta, N., & Soto-Hernández, R. M. (2018). GENOTIPO Y AMBIENTE DE PRODUCCIÓN AFECTAN LA COMPOSICIÓN FENÓLICA, ÁCIDOS CARBOXÍLICOS Y ACIDEZ TITULABLE DE CÁLICES DE *Hibiscus sabdariffa* L. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(4), 373–383. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.4.373-383>
- Severiano, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *INTER DISCIPLINA*, 7(19), 47.
<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Shahidi, F. (2015). Handbook of Antioxidants for Food Preservation. In *Woodhead Publishing*.
- Solis, Y. (2008). *Evaluación Sensorial: Selección de Jueces* [Instituto Politécnico Nacional].
https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/14639/1/EVALUACION%20SENSORIAL_SELECCION%20DE%20JUECES%20P.pdf
- Suarez, D., & Morales, Y. (2018). Principios Básicos de la cromatografía líquida de alto rendimiento para la separación y análisis de mezclas. *Revista Semilleros*, 4(1), 1–8.
- Taipe, L. (2017a). *Fenoles totales y actividad antioxidante en mashua (tropaeolum tuberosum) en estado fresco, soleado y cocido de las variedades amarillo zapallo y negra* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1592>

- Taipe, L. (2017b). *Fenoles totales y actividad antioxidante en mashua (Tropaeolum tuberosum) en estado fresco, soleado y cocido de las variedades amarillo zapallo y negra* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1592>
- Teixeira, M., Passos, M., & Souza, A. (2018). Influence of Expectation Measure on the Sensory Acceptance of *Petit Suisse* Product. *Journal of Food Science*, 83(3), 798–803. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14067>
- Velásquez, F., Ramírez, E., Chuquilín, R., & Aliaga, I. (2020). Optimization of the functional properties of a drink based on tubers of purple mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruíz y Pavón). *Agroindustrial Science*, 10(1), 63–70. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2020.01.09>
- Velásquez-Barreto, F., & Velezmoro, C. (2018). Rheological and viscoelastic properties of Andean tubers starches. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 189–197. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.02.03>
- Vilariño, J., & Menéndez Higinio. (2017). Análisis estadístico del índice de relación de comportamiento del sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica. *Google Scholar H5M5 (2018)*, 37(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852017000200005
- Villasís, M., & Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación IV: las variables de estudio. *Revista Alergia México*, 63(3), 303–310. <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755025003.pdf>
- Weill, R. (2017). *El Yogur, un alimento milenario a la luz del siglo XXI* (A. Ferrari, J. Vido, & F. Abd, Eds.; 111th ed., Vol. 1).
- Whigham, L., Cook, M., & Atkinson, R. (2000). Conjugated linoleic acid: implications for human health. *ScienceDirect*, 42(6), 503–510. <https://doi.org/10.1006/phrs.2000.0735>
- Yábar Villanueva, E. (2019). La maca (*lepidium meyenii walpers*) alimento funcional andino: bioactivos, bioquímica y actividad biológica. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 21(2), 139–152. <https://doi.org/10.18271/ria.2019.457>
- Yepes, V. (2013). *Diseño completamente al azar y ANOVA*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2013/04/27/diseno-completamente-al-azar-y-anova/>
- Yepes, V. (2014). *Diseño de experimentos por bloques al azar*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2014/06/30/diseno-de-experimentos-por-bloques-completos-al-azar/>

Zapata, I. C., Sepúlveda-Valencia, U., & Rojano, B. A. (2015). Efecto del Tiempo de Almacenamiento sobre las Propiedades Fisicoquímicas, Probióticas y Antioxidantes de Yogurt Saborizado con Mortiño (*Vaccinium meridionale Sw*). *Información Tecnológica*, 26(2), 17–28.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000200004>

ANEXO

Anexo 1

Elaboración de mermelada de mashua		
		
Pelado de la mashua	Pesaje de la mashua	Picado de la mashua
		
Mezcla de ingredientes, toma de temperatura y concentración	Medición de los °Brix de la mermelada de mashua morada y amarilla	Almacenamiento de la mermelada amarilla y morada en la nevera

Anexo 2

Elaboración de yogur batido		
		
Calentamiento de la leche a 45 °C	Pesaje del Inóculo	Adición del inóculo
		
Proceso de incubación	Calibración del pH-metro o potenciómetro	Medición del pH del yogur luego de la fermentación
		
Formulación de los tratamientos	Batido del yogur con mermelada de mashua	Almacenamiento del yogur

Anexo 3

Evaluación sensorial	
	
Codificación de las muestras	Codificación de las muestras
	
Consumidores	Consumidores

Anexo 4

Yogur saborizado con mermelada de mashua amarilla y morada

Nombre:

Fecha:

Por favor pruebe las muestras en el orden presentado y marque con una X la opción que corresponde para cada atributo

256				
	Olor	Color	Textura	Sabor
Me gusta mucho				
Me gusta				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta				
Me disgusta mucho				

586				
	Olor	Color	Textura	Sabor
Me gusta mucho				
Me gusta				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta				
Me disgusta mucho				

362				
	Olor	Color	Textura	Sabor
Me gusta mucho				
Me gusta				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta				
Me disgusta mucho				

662				
	Olor	Color	Textura	Sabor
Me gusta mucho				
Me gusta				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta				
Me disgusta mucho				

426				
	Olor	Color	Textura	Sabor
Me gusta mucho				
Me gusta				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta				
Me disgusta mucho				

779				
	Olor	Color	Textura	Sabor
Me gusta mucho				
Me gusta				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta				
Me disgusta mucho				

Anexo 5

Tabulación de pH en los 6 tratamientos

TRATAMIENTO	pH
1	4,18
1	4,2
1	4,17
1	4,19
1	4,18
1	4,15
2	4,23
2	4,3
2	4,35
2	4,31
2	4,28
2	4,25
3	4,45
3	4,4
3	4,44
3	4,41
3	4,38
3	4,46
4	4,31
4	4,2
4	4,32
4	4,29
4	4,3
4	4,27
5	4,36
5	4,38
5	4,4
5	4,37
5	4,36
5	4,33
6	4,46
6	4,46
6	4,47
6	4,5
6	4,45
6	4,43

Anexo 6

Tabulación del análisis sensorial para determinar el mejor tratamiento de yogur con mashua

OLOR						
Repetición	M10	M15	M20	A10	A15	A20
1	4	4	5	4	5	2
2	4	4	5	4	5	3
3	3	3	5	3	4	3
4	4	4	5	4	4	4
5	4	4	5	4	5	2
6	3	3	5	3	3	3
7	4	3	4	3	4	4
8	4	4	5	4	5	3
9	4	4	5	4	5	4
10	3	4	4	4	4	4
11	3	4	5	4	5	2
12	3	3	5	3	5	4
13	4	5	4	5	4	3
14	4	4	5	4	5	1
15	3	3	5	3	5	3
16	3	5	5	5	5	2
17	4	4	5	4	5	3
18	3	4	4	4	4	4
19	4	4	2	3	2	3
20	4	3	2	3	2	2
21	5	5	5	5	5	4
22	4	4	5	3	5	3
23	4	4	5	4	5	3
24	3	3	5	3	5	3
25	4	4	4	4	3	2
26	4	5	5	5	5	2
27	3	4	5	4	5	3
28	4	4	5	4	5	1
29	5	4	5	4	5	3
30	4	5	4	5	4	4

Anexo 7

Análisis de la varianza y prueba Tukey para los factores concentración de mashua y ecotipo

Nueva tabla : 21/10/2022 - 18:58:08 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	18	0,96	0,95	0,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,16	5	0,03	65,37	<0,0001
Concentración de mashua	0,13	2	0,07	134,74	<0,0001
Ecotipo	0,02	1	0,02	49,88	<0,0001
Concentración de mashua*Ec..	3,7E-03	2	1,9E-03	3,74	0,0545
Error	0,01	12	5,0E-04		
Total	0,17	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03444

Error: 0,0005 gl: 12

Concentración de mashua	Medias	n	E.E.	
20	4,45	6	0,01	A
15	4,33	6	0,01	B
10	4,23	6	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02297

Error: 0,0005 gl: 12

Ecotipo	Medias	n	E.E.	
Amarilla	4,37	9	0,01	A
Morada	4,30	9	0,01	B



Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

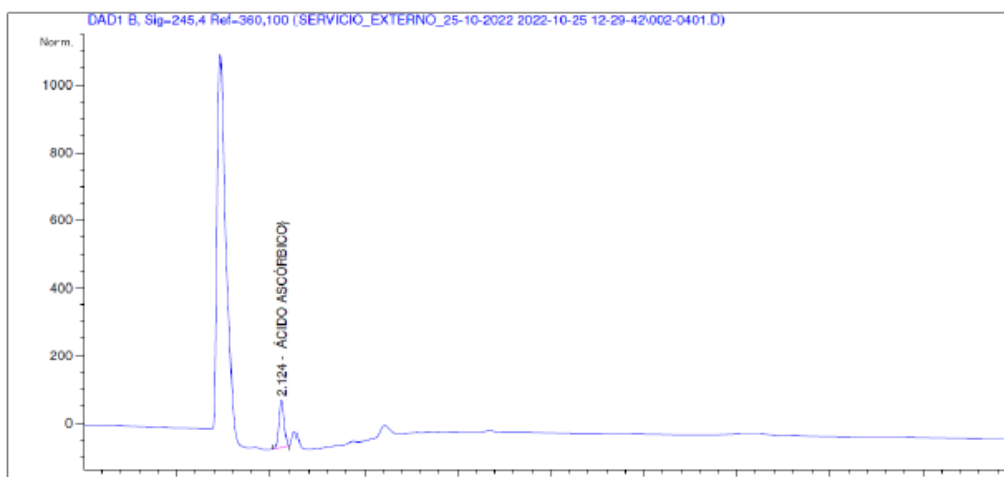
Anexo 8

Pruebas de Friedman para el atributo olor, color, textura y sabor


Atributo	Prueba de Friedman																																																			
<p style="text-align: center;">Olor</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>M10</th> <th>M15</th> <th>M20</th> <th>A10</th> <th>A15</th> <th>A20</th> <th>T²</th> <th>p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3,00</td> <td>3,43</td> <td>4,82</td> <td>3,30</td> <td>4,50</td> <td>1,95</td> <td>20,62</td> <td><0,0001</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 19,243</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tratamiento</th> <th>Suma(Ranks)</th> <th>Media(Ranks)</th> <th>n</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A20</td> <td>58,50</td> <td>1,95</td> <td>30</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>M10</td> <td>90,00</td> <td>3,00</td> <td>30</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>A10</td> <td>99,00</td> <td>3,30</td> <td>30</td> <td>B C</td> </tr> <tr> <td>M15</td> <td>103,00</td> <td>3,43</td> <td>30</td> <td>B C D</td> </tr> <tr> <td>A15</td> <td>135,00</td> <td>4,50</td> <td>30</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>M20</td> <td>144,50</td> <td>4,82</td> <td>30</td> <td>E</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)</p>	M10	M15	M20	A10	A15	A20	T ²	p	3,00	3,43	4,82	3,30	4,50	1,95	20,62	<0,0001	Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n		A20	58,50	1,95	30	A	M10	90,00	3,00	30	B	A10	99,00	3,30	30	B C	M15	103,00	3,43	30	B C D	A15	135,00	4,50	30	E	M20	144,50	4,82	30	E
M10	M15	M20	A10	A15	A20	T ²	p																																													
3,00	3,43	4,82	3,30	4,50	1,95	20,62	<0,0001																																													
Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n																																																	
A20	58,50	1,95	30	A																																																
M10	90,00	3,00	30	B																																																
A10	99,00	3,30	30	B C																																																
M15	103,00	3,43	30	B C D																																																
A15	135,00	4,50	30	E																																																
M20	144,50	4,82	30	E																																																
<p style="text-align: center;">Color</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>M10</th> <th>M15</th> <th>M20</th> <th>A10</th> <th>A15</th> <th>A20</th> <th>T²</th> <th>p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,22</td> <td>4,38</td> <td>4,73</td> <td>3,58</td> <td>3,08</td> <td>3,00</td> <td>17,87</td> <td><0,0001</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 18,561</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tratamiento</th> <th>Suma(Ranks)</th> <th>Media(Ranks)</th> <th>n</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M10</td> <td>66,50</td> <td>2,22</td> <td>30</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>A20</td> <td>90,00</td> <td>3,00</td> <td>30</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>A15</td> <td>92,50</td> <td>3,08</td> <td>30</td> <td>B C</td> </tr> <tr> <td>A10</td> <td>107,50</td> <td>3,58</td> <td>30</td> <td>B C D</td> </tr> <tr> <td>M15</td> <td>131,50</td> <td>4,38</td> <td>30</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>M20</td> <td>142,00</td> <td>4,73</td> <td>30</td> <td>E</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)</p>	M10	M15	M20	A10	A15	A20	T ²	p	2,22	4,38	4,73	3,58	3,08	3,00	17,87	<0,0001	Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n		M10	66,50	2,22	30	A	A20	90,00	3,00	30	B	A15	92,50	3,08	30	B C	A10	107,50	3,58	30	B C D	M15	131,50	4,38	30	E	M20	142,00	4,73	30	E
M10	M15	M20	A10	A15	A20	T ²	p																																													
2,22	4,38	4,73	3,58	3,08	3,00	17,87	<0,0001																																													
Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n																																																	
M10	66,50	2,22	30	A																																																
A20	90,00	3,00	30	B																																																
A15	92,50	3,08	30	B C																																																
A10	107,50	3,58	30	B C D																																																
M15	131,50	4,38	30	E																																																
M20	142,00	4,73	30	E																																																
<p style="text-align: center;">Textura</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>M10</th> <th>M15</th> <th>M20</th> <th>A10</th> <th>A15</th> <th>A20</th> <th>T²</th> <th>p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3,20</td> <td>4,05</td> <td>4,47</td> <td>1,67</td> <td>3,32</td> <td>4,30</td> <td>26,18</td> <td><0,0001</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 16,970</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tratamiento</th> <th>Suma(Ranks)</th> <th>Media(Ranks)</th> <th>n</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A10</td> <td>50,00</td> <td>1,67</td> <td>30</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>M10</td> <td>96,00</td> <td>3,20</td> <td>30</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>A15</td> <td>99,50</td> <td>3,32</td> <td>30</td> <td>B C</td> </tr> <tr> <td>M15</td> <td>121,50</td> <td>4,05</td> <td>30</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>A20</td> <td>129,00</td> <td>4,30</td> <td>30</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>M20</td> <td>134,00</td> <td>4,47</td> <td>30</td> <td>D</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)</p>	M10	M15	M20	A10	A15	A20	T ²	p	3,20	4,05	4,47	1,67	3,32	4,30	26,18	<0,0001	Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n		A10	50,00	1,67	30	A	M10	96,00	3,20	30	B	A15	99,50	3,32	30	B C	M15	121,50	4,05	30	D	A20	129,00	4,30	30	D	M20	134,00	4,47	30	D
M10	M15	M20	A10	A15	A20	T ²	p																																													
3,20	4,05	4,47	1,67	3,32	4,30	26,18	<0,0001																																													
Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n																																																	
A10	50,00	1,67	30	A																																																
M10	96,00	3,20	30	B																																																
A15	99,50	3,32	30	B C																																																
M15	121,50	4,05	30	D																																																
A20	129,00	4,30	30	D																																																
M20	134,00	4,47	30	D																																																
<p style="text-align: center;">Sabor</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>M10</th> <th>M15</th> <th>M20</th> <th>A10</th> <th>A15</th> <th>A20</th> <th>T²</th> <th>p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3,75</td> <td>4,15</td> <td>4,87</td> <td>3,05</td> <td>3,17</td> <td>2,02</td> <td>15,98</td> <td><0,0001</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 20,697</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tratamiento</th> <th>Suma(Ranks)</th> <th>Media(Ranks)</th> <th>n</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A20</td> <td>60,50</td> <td>2,02</td> <td>30</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>A10</td> <td>91,50</td> <td>3,05</td> <td>30</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>A15</td> <td>95,00</td> <td>3,17</td> <td>30</td> <td>B C</td> </tr> <tr> <td>M10</td> <td>112,50</td> <td>3,75</td> <td>30</td> <td>C D</td> </tr> <tr> <td>M15</td> <td>124,50</td> <td>4,15</td> <td>30</td> <td>D E</td> </tr> <tr> <td>M20</td> <td>146,00</td> <td>4,87</td> <td>30</td> <td>F</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)</p>	M10	M15	M20	A10	A15	A20	T ²	p	3,75	4,15	4,87	3,05	3,17	2,02	15,98	<0,0001	Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n		A20	60,50	2,02	30	A	A10	91,50	3,05	30	B	A15	95,00	3,17	30	B C	M10	112,50	3,75	30	C D	M15	124,50	4,15	30	D E	M20	146,00	4,87	30	F
M10	M15	M20	A10	A15	A20	T ²	p																																													
3,75	4,15	4,87	3,05	3,17	2,02	15,98	<0,0001																																													
Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n																																																	
A20	60,50	2,02	30	A																																																
A10	91,50	3,05	30	B																																																
A15	95,00	3,17	30	B C																																																
M10	112,50	3,75	30	C D																																																
M15	124,50	4,15	30	D E																																																
M20	146,00	4,87	30	F																																																

Anexo 9

  RESULTADOS ANÁLISIS DE VITAMINA C POR HPLC	
Nombre del Solicitante:	Johanna Arellano
Condiciones de muestra:	Se entregó la muestra en botella de vidrio.
Preparación de muestra:	Método interno validado en Laboratorios de Investigación.
Técnica utilizada:	HPLC - Extracción ácida.
Responsable del análisis:	Genoveva Granda
	Vitamina C mg/Kg
Muestra 1	101.135



Anexo 10

 RESULTADOS ANÁLISIS DE VITAMINA C POR HPLC	
Nombre del Solicitante:	Johanna Arellano
Condiciones de muestra:	Se entregó la muestra en botella de vidrio.
Preparación de muestra:	Método interno validado en Laboratorios de Investigación.
Técnica utilizada:	HPLC - Extracción metanólica
Responsable del análisis:	Genoveva Granda
	Ácido Clorogénico mg/Kg
Muestra 1	17.180
	Ácido 4-hidroxicinámico mg/Kg
Muestra 1	24.770
	Ácido Siringico mg/Kg
Muestra 1	180.940
	Ácido Homovanílico mg/Kg
Muestra 1	1.770

