

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**DESARROLLO DE UNA BEBIDA POTENCIALMENTE FUNCIONAL A PARTIR DEL
TALLO DE *Oxalis tuberosa* Y ZUMO DE *Vaccinium floribundum***

POR:

VICTOR JOSUE LEE MEJIA

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

MARZO, 2023

DESARROLLO DE UNA BEBIDA POTENCIALMENTE FUNCIONAL A PARTIR DEL
TALLO DE *Oxalis tuberosa* Y ZUMO DE *Vaccinium floribundum*

POR:

VICTOR JOSUE LEE MEJIA

JHUNIOR ABRAHAN MARCIA FUENTES

Asesor Principal

TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

ENERO 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
Catacamas, Olancho

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

Dedicado a Dios, que es mi fuente de sabiduría y fortaleza, por haber guiado mis pasos en este camino de aprendizaje y crecimiento personal, por amarme incondicionalmente.

A mi madre, María Elena Mejía Hernández, quien siempre me ha brindado su amor, apoyo y motivación en cada etapa de mi vida, y en especial durante mi carrera universitaria. Gracias por ser mi ejemplo de perseverancia y dedicación.

A mis hermanos, Carlos Isaac Lee Mejía y Jocelyne Lee Mejía, por su incondicional compañía y aliento en los momentos más difíciles, y por su alegría y entusiasmo en los momentos de triunfo. Ustedes han sido un pilar fundamental en mi vida y estoy agradecido/a por tenerlos como familia.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios creador del universo, fuente de vida y sabiduría. A través de su palabra he encontrado el camino para superar los obstáculos que se me han presentado en la vida y seguir adelante con fe en los momentos de incertidumbre. Gracias Dios por su amor y sus bendiciones a pesar de que no lo merezco.

A mis queridos padres, Elena Mejía y Victor Lee, les agradezco profundamente por siempre brindarme su apoyo incondicional en los proyectos que me he propuesto. Su amor y preocupación por mi bienestar han sido una fuerza motriz para alcanzar mis metas. Gracias por sus sabios consejos, su paciencia y dedicación, los cuales han sido fundamentales para mi formación como persona y estudiante. Este logro no sería posible sin su sacrificio y respaldo constante. Los llevo siempre en mi corazón

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento maestros y mis asesores, Jhuniar Marcia, Arelys Bentacourth, Rober Danilo Rubi y Bethancourth MSc, por su dedicación y paciencia durante todo el proceso de investigación de mi tesis. Su guía y apoyo constante fueron fundamentales para alcanzar el éxito en este trabajo profesional. A través de su experiencia y conocimientos, me brindaron herramientas valiosas para mi formación como investigador. ¡Gracias por compartir su tiempo y su compromiso con mi desarrollo académico y profesional!

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis amigos Emil Martinez, Ivan Artica, Lindaly Pereira y Sogelyn Sanchez por su incondicional apoyo y aliento a lo largo de mi carrera universitaria, gracias por ser parte de mi historia.

TABLA DE CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACIÓN	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
TABLA DE CONTENIDO.....	iv
LISTA DE TABLA	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos	2
III. REVISION LITERARIA.....	3
3.1. Origen y distribución de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina	3
3.2. Clasificación taxonómica.....	4
3.3. Caracterización Morfológica de la oca	5
3.4. Usos de la oca.....	5
3.5. Origen y distribución de <i>Vaccinium floribundum</i>	7
3.6. Clasificación taxonómica.....	7
3.7. Descripción morfológica.....	8
3.8. Uso de la Macha macha (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth)	8
3.9. Bebidas funcionales.....	8
IV. MATERIALES Y METODOS	10
4.1. Lugar de investigación.....	10
4.2. Tipo de investigación	10

4.3. Materiales y equipo.....	10
4.5. Método	12
4.5.1. Diseño de la investigación.....	12
4.5.2. Metodología de investigación.....	13
4.6. Análisis de los resultados.....	15
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	17
5.1. Evaluación sensorial	17
5.2. Análisis fisicoquímico	18
5.3. Análisis de pH y grados brix por tratamiento	19
5.4. Análisis fisicoquímico	22
VI. CONCLUSIONES	23
VII. RECOMENDACIONES.....	24
VIII. BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXOS.....	29

LISTA DE TABLA

Tabla 1. Clasificación taxonómica de <i>Oxalis tuberosa</i> Molina	4
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la Macha macha	7
Tabla 3. Materiales y equipo utilizado para el desarrollo de la investigación	11
Tabla 4. Diseño experimental para la obtención de la bebida	12
Tabla 5. Concentración del extracto de tallo de oca y jugo de macha macha	13
Tabla 6. Análisis químico proximal	16
Tabla 7. Resultados de pH y grados Brix.....	20
Tabla 8. Optimización de la formulación a partir del extracto de tallo de oca y jugo de macha macha	21
Tabla 9. Resultados de análisis fisicoquímicos a escala de laboratorio	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Zonas de distribución de la oca en América del sur.....	4
Figura 2. Flujograma de actividades clasificación y almacenamiento materia prima	14
Figura 3. Gráfico de resultados sobre la aceptabilidad de las fórmulas	18

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario de evaluación sensorial.....	29
Anexo 2. Medición de temperatura	30
Anexo 3. Medición de pH.....	30
Anexo 4. Medición de grados Brix.....	30
Anexo 5. Bebidas listas para análisis sensorial	30
Anexo 6. Servicio de tratamientos.....	30
Anexo 7. Análisis sensorial	30

Desarrollo de una bebida potencialmente funcional a partir del tallo de *Oxalis tuberosa* y zumo de *Vaccinium floribundum* Tesis de grado Ingeniero Agronómica, Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras, C.A.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación se enfocó en desarrollar una bebida potencialmente funcional a partir del tallo de *Oxalis tuberosa* y zumo de *Vaccinium floribundum*, como una alternativa de implementación de alimentos funcionales y nutricionales, evaluando su capacidad antioxidante y sensorial. La metodología utilizada fue un diseño experimental con la manipulación de variables en condiciones controladas, Dividiendo el proceso en tres fases experimentales, la primera fase incluyó la obtención y clasificación de los materiales crudos, así como la elaboración de la bebida. La segunda fase se enfocó en la caracterización de las propiedades nutricionales y fisicoquímicas del producto. La tercera fase se evaluaron las características sensoriales de las formulaciones T1, T2 y T3, mediante pruebas a escala hedónica de 9 puntos con 75 juicios consumidores, evaluándose color, sabor, olor y aceptación general del producto. La fórmula optimizada seleccionada fue T1 que contenía 500 ml de jugo de tallo de *Oxalis tuberosa*, 18,6 ml de jugo de fruta de *Vaccinium floribundum*, 1114,4 ml de agua y 144 g de azúcar refinada. Los resultados mostraron que la bebida tenía un bajo contenido de grasa 1%, contenido moderado de proteínas 2.97% y carbohidratos 5.73%, y bajo valor calórico 48.19 Kcal. También tenía un alto contenido total de polifenoles y una capacidad antioxidante significativa. Además, el pH 3.3 y los sólidos solubles 12.66 ° Brix fueron aceptables, añadiendo una vida útil de 60 días. La intención de compra estuvo en consecuencia a los resultados del análisis sensorial, observándose una mayor preferencia por parte de los consumidores hacia las formulaciones que contenían un 96.4/3.6 oca y macha.

Palabras clave: Tallo Oca, Macha macha, Análisis sensorial, Físico-químico, Capacidad antioxidante.

I. INTRODUCCIÓN

Oxalis tuberosa Mol. es el tubérculo más ampliamente cultivado después de la papa en la región Andina, en donde sus tubérculos amiláceos constituyen un componente básico para la alimentación de sus pueblos. Hoy en día es cultivada en países como México y Nueva Zelanda en donde son apreciadas por presentar colores muy peculiares que van desde el color blanco, naranja hasta el morado oscuro grisáceo, y su sabor ligeramente más suave y dulce que el de la papa, y con una consistencia harinosa (Morillo, Morillo, & Leguizano, 2019). Siendo ricas en fuentes de carbohidratos, hierro, fósforo, calcio y pigmentos nutricionalmente significativos como las antocianinas y carotenoides (Leyva, 2019).

La Macha macha (*Vaccinium floribundum* Kunth) es un fruto silvestre abundante, nativa de Acobomba que generalmente solo es aprovechado en consumo directo como fruta silvestre en fresco. Este fruto contiene una gran cantidad de polifenoles, especialmente los flavonoides y los antocianos, presentando propiedades funcionales que ayudan a prevenir o combatir enfermedades, poseyendo el fruto macha macha una alta capacidad antioxidante que según su estado de maduración varía de (49.3 a 177.5) $\mu\text{mol TE/g}$ muestra., que en comparación a otros frutos como la mora, uva, acai, guayaba y fresa presentan una actividad antioxidante menor que varía desde (4.3 a 7.0) $\mu\text{mol TE/g}$ muestra (Llimpe, 2017).

Por lo anterior esta investigación expone como novedad científica el aprovechamiento del tallo de la *Oxalis tuberosa* Mol. y el zumo de *Vaccinium floribundum* Kunth para el desarrollo de una bebida con característica funcional, asimismo, potenciar el uso de estas plantas en el desarrollo de nuevos productos nutricionalmente modificados. A partir del método mixto empleado en un diseño experimental de optimización de las formulaciones a partir de estadísticas multivariada. Finalmente, la formulación optimizada es caracterizada a nivel de laboratorio mediante ensayos físico-químicos y nutricionales.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Desarrollar una bebida potencialmente funcional a partir de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) y Macha macha (*Vaccinium floribundum* Kunth) como alternativa de tecnología de transferencia.

2.2 Objetivos Específicos

Elaborar diferentes formulaciones para la elaboración de una bebida potencialmente funcional empleando oca y macha macha mediante diseño de mezcla.

Seleccionar la formula con mayor aceptación a partir de instrumentos sensoriales en consumidores.

Evaluar las características físico-químicas y nutricionales de la formulación optimizada, a partir de análisis instrumental a escala de laboratorio.

III. REVISION LITERARIA

3.1 Origen y distribución de *Oxalis tuberosa* Molina

Esta especie es conocida como oca en Perú, Argentina, Ecuador, Chile, Bolivia. Cuiba o quiba en Venezuela, íbia en Colombia, truffette acide en Francia o papa extranjera en México. Es después de la papa, el tubérculo más conocido en la región Andina, siendo uno de los cultivos más antiguos de dicha región con casi 8000 años de antigüedad (Pomar, 2002).

Se han encontrado restos de sus tubérculos comestibles en tumbas de la costa, lejos de sus lugares de cultivo originales (Perú Ecológico, 2018). Este tubérculo constituye un alimento básico para las comunidades campesinas., el origen de la oca podría estar entre el altiplano peruano-boliviano en donde se encuentran una gran variedad de este tubérculo, extendiéndose por los Andes Centrales (Dedios, Santos De La Cruz, Salas, Feliciano, & Soto, 2007).

El cultivo crece en lugares con alturas entre 2800 a 4000 msnm donde las lluvias varían de 570 mm a 2150 mm, distribuidas uniformemente a través todas las etapas de crecimiento (Moscoe, 2016).



Figura 1. Zonas de distribución de la oca en América del sur.

3.2 Clasificación taxonómica

La primera persona que describió taxonómicamente a la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) fue el padre Jesuita Giovanni Ignacio Molina, en el año de 1810 (Pomar, 2002).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Oxalis tuberosa* Molina

Dominio	Eukaryota
Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Dicotyledoneae
Orden	Geraniales
Familia	Oxalidaceae
Género	<i>Oxalis</i>
Especie	<i>tuberosa</i>

Fuente: (Pomar, 2002).

3.3 Caracterización Morfológica de la oca

El sistema de autoincompatibilidad del tipo gametofítico presente en la oca, la consiguiente polinización cruzada y la selección por los agricultores andinos deben haber influido en la existencia de la gran diversidad de colores y formas de tubérculos, así como en el número y profundidad de los ojos (Carrion, 1995).

La alta variabilidad encontrada en el color de los tubérculos sugiere una variación continua, ya que el color varía desde el blanco hasta el negro, pasando por distintas tonalidades de amarillo, rosado, y rojo.) Esta gran diversidad morfológica observada principalmente en los tubérculos, se refleja en los distintos nombres de los cultivares reconocidos por los agricultores. Cada nombre está asociado a cualidades específicas en el sabor, almacenamiento, valor del tubérculo-semilla, método de consumo y valor en el mercado (King, 1987).

En la comunidad de Picol en Cuzco, los campesinos reconocen principalmente el color de la piel y el color, forma, distribución de los ojos en el tubérculo. También consideran la textura y el sabor y ocasionalmente el color de la medula. Muy pocos campesinos distinguen a la oca por alguna característica aérea de la planta. La mayoría de los agricultores usan nombres para diferenciar a los tubérculos, aunque se halló que no existe mucha consistencia en el uso de nombres y estos pueden variar de comunidad en comunidad (Ramirez, 2002).

3.4 Usos de la oca

El tubérculo de oca presenta en promedio un porcentaje de humedad de 70% a 80%, 11% a 22% de carbohidratos con un almidón de fácil digestibilidad (Fernandez & Rodriguez, 2007). y alrededor de 1% de grasas, fibra y ceniza por cada uno (Counsil, 1989).

La cantidad de proteínas es variable por cada tipo de oca; habiendo tubérculos con más de 9% de proteína en base a materia seca y de muy buena calidad, lo cual es excelente para una tuberosa, y teniendo un buen balance de aminoácidos (Counsil, 1989). Además de contener minerales como: calcio, fósforo, hierro, retinol, tiamina, riboflavina, niacina, ácido ascórbico, ácidos orgánicos y oxalatos solubles lo que les da un sabor ligeramente ácido (Fernandez & Rodriguez, 2007).

Los agricultores distinguen entre las características culinarias de los tubérculos, y las describen como dulces o amargas y en cuanto a su textura como harinosa, aguada y firme (Emshiller, 2004). Estos consumen los tubérculos crudos, sancochados o asados (en sopas y guisos o chupes), o deshidratados, y también en forma de postre. En los Andes, las variedades dulces de oca se sirven crudas o cocidas, ya sea sola o acaramelada, en diferentes platos tradicionales (Ugent, 2006).

Los tubérculos también pueden ser secados al sol por varios días con el objetivo de eliminar el sabor amargo, y acentuar el contenido de azúcar (Fernandez & Rodriguez, 2007). Algunas variedades ‘dulces’ presenta poca cantidad de oxalatos con valores como 79 ppm de ácido oxálico, las variedades amargas son ricas en oxalatos de calcio con valores reportados hasta 500 ppm la (Counsil, 1989).

Se las cocina para hacerlas comestibles, estas se agregan con frecuencia a guisos y sopas o también pueden ser cocinadas al vapor, hervidos o cocidos al horno como las papas., Las variedades amargas también pueden ser deshidratadas, en un proceso similar al que se sigue con el chuño de las papas, El chuño, kaya o khaya (tubérculos deshidratados de oca) tiene un valor nutritivo igual que la papa (9% de proteínas), y las somete a la acción del frío (hielo-ambiente) durante 3 a 4 días y después de pisotearlas se hace secar al sol ambiente durante igual periodo de tiempo (Ugent, 2006). La kaya es utilizada por las mujeres andinas después del parto (Fernandez & Rodriguez, 2007).

3.5 Origen y distribución de *Vaccinium floribundum*

El género *Vaccinium* spp es un frutal perenne perteneciente a la familia de las Ericáceas, las cuales constituyen un grupo de especies ampliamente distribuidas por el hemisferio norte, tiene su origen en distintas regiones alrededor del mundo. El Sudeste asiático es el centro de origen del 40% de las especies de *Vaccinium*. Aproximadamente el 35% de especies son nativas de América, 25% de Norte América y 10% de América Central y América del Sur. El 25% restante provienen de diferentes zonas alrededor del mundo (Luby *et al.*, 1991).

La macha macha (*Vaccinium floribundum* Kunth) es endémico del norte de Sudamérica, entre Perú, Ecuador y Colombia. En estos países al mortiño se lo puede encontrar en los páramos altos de la cordillera de los andes (Llimpe, 2017).

3.6 Clasificación taxonómica

El nombre científico de la Macha macha es *Vaccinium floribundum* Kunth y su clasificación es la siguiente.

Tabla 2. Clasificación taxonómica de la Macha macha

Nombre científico	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth
Nombre popular	Macha macha
Reino	plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Ericales
Familia	Ericaceae
Género	<i>Vaccinium</i>
Especie	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth

Fuente: (GBIF Secretariat, 2021).

3.7 Descripción morfológica

La planta Macha macha es un arbusto terrestre de hasta 2.5 m de altura, que puede crecer postrado o erecto, Hojas simples, alternas, espiraladas. Lámina foliar de 9 a 22 x 4 a 11 mm, coriácea, elíptica, ovada a ovado-lanceolada y ápice redondeado a agudo, margen minutamente crenada a serrada, glabra. Pecíolos subteretes, de hasta 2 mm de largo, Inflorescencias en racimos axilares, con ejes florales de hasta 1.5 cm de longitud, flores entre 6 a 10. Flores tetrámeras o pentámeras, actinomorfas, de partes fusionadas; cáliz articulado de 3 a 4 mm de largo, a veces tornándose morado o fucsia, Frutos en bayas esféricas de 5 a 8 mm de diámetro, azuladas a negras (EIA, 2014).

3.8 Uso de la Macha macha (*Vaccinium floribundum* Kunth)

El fruto es comestible y se usa para preparar la colada morada, jaleas, mermeladas, pies, pasteles, helados, dulces, harinas, vinos y otras bebidas para consumo humano. La planta entera también se puede utilizar como combustible para fogones (Fuentes, 2008).

3.9 Bebidas funcionales

Existe un interés creciente por conocer las propiedades antioxidantes de frutos y verduras para poder usar su potencial (Beltrán, Coba, Gallardo, & Osorio, 2009).

En el mundo, las bebidas, además de ser una necesidad para la buena salud y la vida, son la respuesta al deseo de los consumidores, quienes buscan opciones nutritivas, refrescantes, naturales, estimulantes y saludables. Entre las diferentes categorías de bebidas se encuentran las llamadas bebidas funcionales, siendo aquellas que ofrecen beneficios para la salud y el autocuidado; pueden ser funcionales naturalmente como el té (contiene antioxidantes en forma natural) o pueden adicionarse nutraceuticos como el calcio de leche, omegas, proteína aislada de soya, fibras,

prebióticos, probióticos, carnitina, polifenoles, vitaminas, minerales y otros ingredientes que le confieren beneficios específicos que pueden ser declarados en el producto (Naranjo, 2015).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Lugar de investigación

El estudio se realizó en la Universidad Nacional de Huancavelica, este campus se ubica en el departamento de Huancavelica, En la provincia de Acobamba Perú. La extensión de Acobamba es de 910.82 km², con una altitud de 3417 msnm y sus coordenadas geográficas son: latitud: -12.8428, longitud: -74.5694 12° 50' 34" sur, 74° 34' 10" oeste. Limita por el norte con la provincia de Churcampa; por el este con el departamento de Ayacucho; por el sur con la provincia de Angaraes; y, por el oeste con la provincia de Huancavelica.

4.2. Tipo de investigación

Esta investigación se desarrolló de forma tipo aplicada, ya que tiene como finalidad la búsqueda y consolidación del conocimiento adquirido, basado en la práctica para su posterior aplicación, como alternativa de tecnología de transferencia, enriqueciendo el desarrollo científico (Hernández *et al.*, 2015).

4.3. Materiales y equipo

Para su desarrollo se emplearán diferentes materiales y equipos de laboratorio que se describen en la tabla 3.

Tabla 3. Materiales y equipo utilizado para el desarrollo de la investigación

Materiales y equipo	Descripción
Tallo de oca	10 kg
Fruto macha macha	243g
Coladores	De malla tipo comercial
Probeta	Marca Boeco 50 y 100 mL
Vaso de precipitado	Marca Gardino de 400, 600 y 1000 mL
Palangana de plástico	12 litros
Estufa	Marca
Licuadaora	Marca Oster de tres velocidades
Cuchara de madera	Stanley
Refractómetro	Marca Dalkeyie
pHmetro	Precisión + - 0.05 pH, Rango de medición 0.00 ~ 14.00, tipo de electrodo bulbo de vidrio.
Ollas industriales	10 litros de capacidad
Balanza analítica	Marca Mettler toledo, capacidad 0.01g – 4100 g
Molino	Tipo dentado
Gabacha	Tela
Termómetro	De mercurio a doble escala
Jarra	Marca Lucky home de plástico 2.5 litros
Botella de vidrio	Capacidad 250 mL
Botella	De plástico de 2.5 litros
Mascarilla y redecilla	Marca Airdays, desechable de tipo comercial
Papel toalla	Marca Elite, tipo comercial
Extractora	Marca Imaco

Fuente: Propia.

4.4. Método

El método que se empleó en la investigación es de tipo cualitativo-cuantitativo de orden transversal a escala de laboratorio.

4.4.1. Diseño de la investigación

El diseño que se utilizó es experimental, porque se presenta mediante la manipulación de las variables, en condiciones controladas. En el presente trabajo de investigación se aplicó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con el siguiente modelo aditivo lineal.

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

X_{ij} : Observación cualesquiera dentro del experimento

μ : Media poblacional

τ_i : Efecto aleatorio de la i-ésima cantidad de extracto de tallo de oca

β_j : Efecto aleatorizado del j-ésima cantidad del jugo de macha macha

$(\tau\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción de la i-ésima cantidad del extracto de tallo j-ésima cantidad del jugo de macha macha

ϵ_{ij} : Error experimental

i : 1; 2; ...; cantidad del extracto de tallo de oca

j : 1; 2; ...; cantidad del jugo de la macha macha

Tabla 4. Diseño experimental para la obtención de la bebida

Tratamiento					
T1		T2		T3	
R1 [eto]	R1 [jll]	R1 [eto]	R1 [jll]	R1 [eto]	R1 [jll]
R2 [eto]	R2 [jll]1	R2 [eto]	R2 [jll]1	R2 [eto]	R2 [jll]1

Nota: R1 y R2: Repeticiones, [eto]: Extracto de tallo de oca, [jll]: Jugo de macha macha.

Tabla 5. Concentración del extracto de tallo de oca y jugo de macha macha

Tratamientos	Concentraciones del extracto de tallo de oca y jugo de macha macha
T1	96.4% extracto + 3.6% jugo
T2	97.6% extracto + 2.4% jugo
T3	98.4% extracto + 1.6% jugo

Fuente: Propia.

4.4.2. Metodología de investigación

Para el desarrollo de la investigación se emplearon 3 fases experimentales descritas a continuación.

Fase 1. Obtención y descripción del proceso de elaboración de la bebida funcional

a) Materia prima

Para la elaboración de las formulaciones se recibió los tallos de oca y los frutos de macha macha, se seleccionaron de acuerdo a sus condiciones físicas y estado de madurez, se separaron los frutos en mal estado para que no deterioren la calidad del producto final. para la limpieza se realizó tres lavados con agua potable y luego una inmersión por 15 minutos en agua con cloro residual a 80 ppm, finalmente se procedió a enjuagar con agua potable. Luego se secó a temperatura ambiente para su posterior almacenado los cuales se tuvieron bajo refrigeración durante 10 días para su posterior utilización.

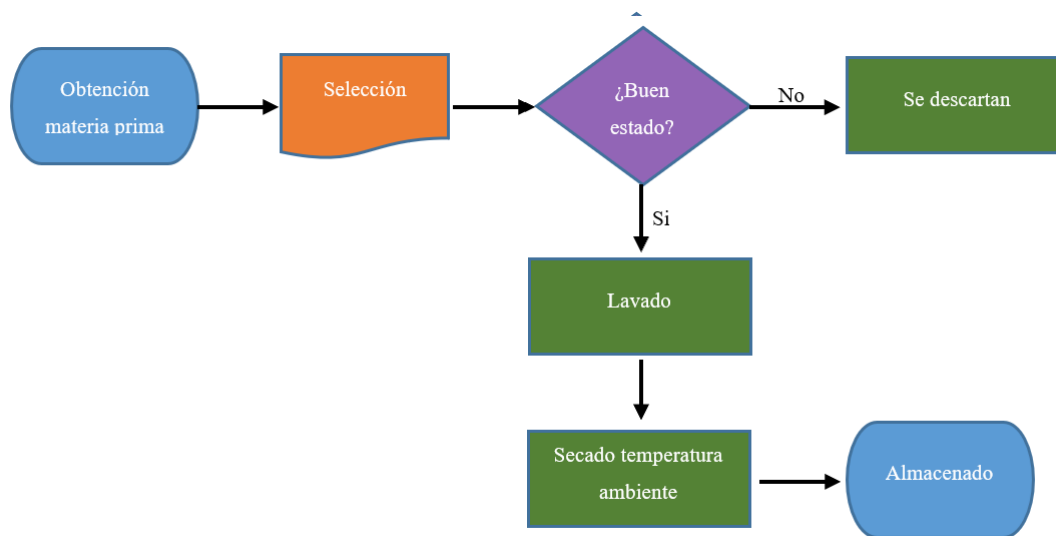


Figura 2. Flujograma de actividades clasificación y almacenamiento materia prima

b) Descripción del proceso de elaboración de la bebida funcional

- Acondicionamiento:

Macha macha: el proceso consistió en separar las semillas y cáscara del zumo, agregando 1225 mL de agua para su posterior trituración con una licuadora.

Tallo Oxalis tuberosa Mol.: El tallo se trituró con un molino luego se hizo un pre filtrado con una manta separando los sólidos del jugo.

- Refinado: de forma separada el extracto del tallo y el zumo de la fruta obtenidos fueron pasados por un tamiz de 0.5 mm que permitió minimizar y homogeneizar el tamaño de partícula. Esta etapa es necesaria para evitar la formación de doble fase en el producto final.
- Estandarizado: la formulación se elaboró con las proporciones indicadas en la tabla 5; luego se mezcló el jugo de macha macha y el extracto del tallo de oca hasta que tuviera una consistencia homogénea.

- Estabilizante y endulzado: se utilizó carboximetilcelulosa a razón de 1.25g /L, para evitar procesos de separación de fase durante el almacenamiento de la bebida, y se mezcló con la azúcar para evitar gránulos durante la pasteurización.
- Pasteurizado: la mezcla se llevó a un calentamiento lento en una marmita abierta hasta alcanzar la temperatura en un rango de (80 a 85 °C), durante 10 minutos. en el primer minuto se vertió la mezcla del azúcar con el estabilizante.
- Envasado: Se utilizó botellas de vidrio de 250 mL para el envasado de la bebida obtenida.

Fase 2. Evaluación de las características sensoriales

4.5. Análisis sensorial

Se realizaron análisis sensorial de escala hedónica de 9 puntos con 75 juicios consumidores donde se evaluaron características sensoriales como: color, sabor, olor y aceptación general del producto (Anexo 1). A cada panelista se le presento 3 muestras codificadas con números aleatorios en la secuencia presentada de izquierda a derecha, con sus respectivas concentraciones, asimismo se les brindó junto a las muestras un vasito con agua que sirvió de borrador para el caso del sabor y que consistió en tomar un poco de agua purificada previo al análisis entre las muestras.

4.6. Análisis de los resultados

El estudio de los resultados se evaluó estadísticamente mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA), utilizando el programa estadístico SPSS versión 28.0.1 para el diseño de comparación de medias a parir de un diseño optimizado para determinar el valor de las concentraciones y el software Minitab v.16.

Fase 3. Caracterización nutricional y fisicoquímica del producto elaborado

El análisis físico-químico proximal y la actividad antioxidante de la bebida nutritiva se realizó en el laboratorio de control de calidad de la facultad de ingeniería en industrias alimentarias de la universidad nacional del centro del Perú. Comprendiendo la determinación del contenido de la tabla 6. De igual modo los sólidos solubles (°Bx), El potencial de hidrogeno (pH) y la actividad antioxidante

Tabla 6. Análisis químico proximal

Humedad	Método recomendado por la AOAC (2000).
Proteína	Método recomendado por la AOAC (2000).
Grasa	Método recomendado por la AOAC (2000).
Carbohidratos	Método recomendado por la AOAC (2000).
Cenizas	Método recomendado por la AOAC (2000).
Fibra total	Método recomendado por la AOAC (2000).

Fuente: (Muñoz, 2021).

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1.Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de la bebida funcional hecha con extracto del tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. Y jugo de *Vaccinium floribundum* Kunth. Se realizó con una escala hedónica de 9 puntos con 75 juicios consumidores donde evaluaron características sensoriales como color, sabor, olor y aceptación general del producto.

Como resultado de las evaluaciones sensoriales de las bebidas funcionales se determinó mediante las comparaciones múltiples (Tukey con $p \leq 0.05$) ver (tabla 8), que tanto T1 como T2 se presentaron como los tratamientos con mayor aceptabilidad sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos. usando como criterio de elección los valores más altos presentadas en las medias de los tratamientos de aceptación general con 7.48 y aceptación del color con 6.89 (Figura 3), así como el que utilizó la mayor concentración del jugo del fruto de Macha macha. Siendo elegido el tratamiento T1 el cual se formuló con 500 ml de jugo de tallo de *Oxalis tuberosa*, 18.6 ml de jugo de *Vaccinium floribundum*, 1114.4 ml de agua y 144 g de azúcar refinada

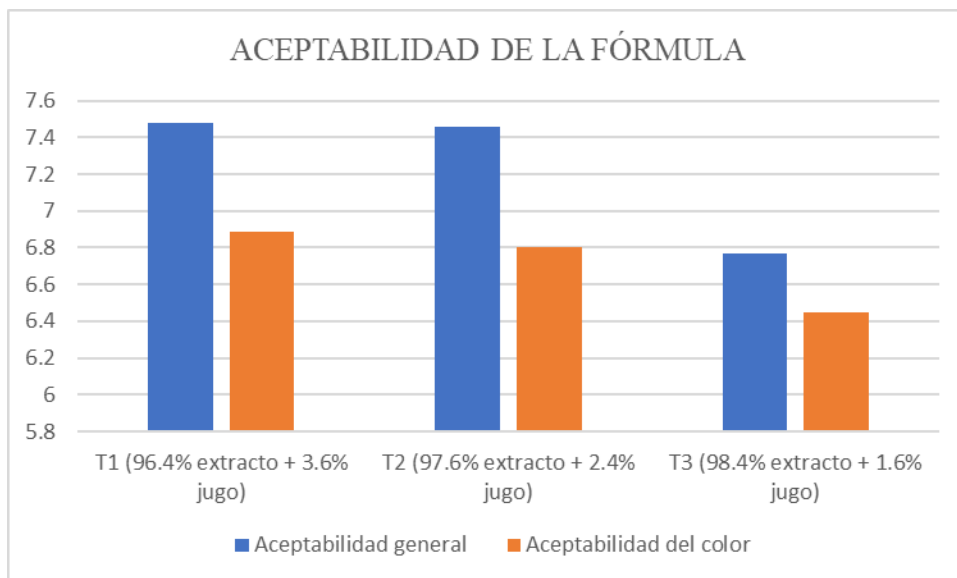


Figura 3. Gráfico de resultados sobre la aceptabilidad de las fórmulas

5.2. Análisis fisicoquímico

El tratamiento “T1” que es la fórmula optimizada seleccionada se envió en un envase de vidrio con una muestra de la bebida de 250 ml donde la (Tabla 9) muestra los resultados con valores a escala de laboratorio, realizados en la facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad del centro del Perú, teniendo como recepción en la fecha de 03/06/2022 y una terminación del ensayo con fecha de 27/16/2022.

Los resultados obtenidos muestran que la bebida tiene un alto contenido de humedad (88.35% y 88.40%), bajo contenido de grasa (1.01% y 1.00%), y un contenido moderado de proteínas (2.98% y 2.96%), cenizas (1.94% y 1.91%), y carbohidratos (5.72% y 5.73%).

En términos de energía, se puede observar que la bebida tiene un bajo contenido calórico, con un promedio de 48.18 Kcal, muy por debajo en comparación con otras bebidas que pueden

considerarse bebidas funcionales como el jugo de naranja 157 – 168 Kcal o el té verde endulzado 129 – 143 kcal (Kathleen, 2021) lo que la convierte en una opción adecuada para aquellos que buscan controlar su ingesta calórica.

los resultados indican un alto contenido de polifenoles totales (1850,10 mg de ácido gálico/100 g) y una actividad antioxidante significativa (91,57 μ mol de trolox-100 g), (Nakamura et al., 2009) obtuvo resultados muy similares en donde los investigadores compararon la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles de distintos tipos de té, incluyendo té verde, té negro, té rojo y té rooibos. Los resultados mostraron que el contenido de polifenoles variaba ampliamente entre los distintos tipos de té, con valores que oscilaban entre 15 y 2600 mg de ácido gálico/100 g. y la capacidad antioxidante del Té rojo anduvo entre los: 89-219 μ mol TE/g

Los resultados en el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de la bebida funcional del extracto de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. y jugo de *Gaultheria glomerata* (Ore Areche, Muñoz Ccencho, Ruiz Rodríguez, & Corilla Flores, 2022). demuestran que hay una gran similitud considerando que ambas bebidas están hechas con extracto de tallo de oca.

Los resultados sugieren que los tallos de *Oxalis tuberosa* Mol. y el fruto *vaccinium floribundum* Kunth pueden ser utilizados para mejorar la actividad antioxidante en diversos productos.

5.3 Análisis de pH y grados brix por tratamiento

Además, se observa un pH y sólidos solubles estables de 3.3 y 12.67 °Brix, los mismos que están dentro de los límites de la NTP 203.110 (IDECOP, 2009) lo que sugiere una buena estabilidad en términos de sabor y textura.

La medición de pH se hizo con una precisión ± 0.05 pH, con rango de medición 0.00 ~ 14.00, tipo de electrodo bulbo de vidrio, donde la preparación de cada muestra era de 250 ml, en la evaluación de grados Brix se hizo en escala de 0 a 90. Se desarrolló antes y después de la pasteurización, con la intención de observar los efectos pronunciados en la acidez titulable, °Brix de la bebida (Ferreira, Amaral, Silva, Cardoso, & Saraiva, 2022). Señalados en la (Tabla 8), se puede observar que el pH se mantuvo muy cercano a su punto inicial después del proceso de pasteurización.

En cuanto a los sólidos solubles (grados Brix) la media de la diferencia entre los valores iniciales y finales en grados Brix ascendieron aproximadamente 8.87 con respecto a las medidas finales ocasionado por la adición de azúcar refinada. se recomienda que las bebidas tengan un contenido de azúcar entre 12 y 13 grados Brix, lo que proporciona un equilibrio adecuado entre el sabor y la sensación de dulzor (AGQ Labs. s. f.). Encontrándose en una media de 12.66 grados Brix el producto final siendo completamente aceptable el dulzor del tratamiento T1. (Tabla 9)

Tabla 7. Resultados de pH y grados Brix

Tratamientos	°Bx		pH	
	Inicial	Final	Inicial	Final
1	4.2	13.4	3.57	3.66
2	4.3	13.3	3.57	3.56
3	4.8	13.2	3.54	3.49

Nota: *Los resultados fueron obtenidos en el laboratorio de la UNH.

Tabla 8. Optimización de la formulación a partir del extracto de tallo de oca y jugo de macha macha

Parámetros sensoriales	Tratamientos	Media $\pm$ Desviación
Aceptación color	T1	6.89 $\pm$ 1.59 a
	T2	6.80 $\pm$ 1.50 a
	T3	6.45 $\pm$ 1.46 a
Aceptación Aroma	T1	6.57 $\pm$ 1.26 a
	T2	6.65 $\pm$ 1.59 a
	T3	6.36 $\pm$ 1.37 a
Aceptación sabor	T1	7.18 $\pm$ 1.38 a
	T2	7.06 $\pm$ 1.67 a b
	T3	6.48 $\pm$ 1.90 b
Aceptación general	T1	7.48 $\pm$ 1.27 a
	T2	7.46 $\pm$ 1.23 a
	T3	6.77 $\pm$ 1.42 b

*Letras diferentes en la misma columna, indican diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) según pruebas de Tukey.

5.4. Análisis fisicoquímico

Tabla 9. Resultados de análisis fisicoquímicos a escala de laboratorio

ANÁLISIS	RESULTADO 1	RESULTADO 2
Humedad	88.35 %	88.40 %
Proteína	2.98 %	2.96 %
Grasa	1.01 %	1.00 %
Ceniza	1.94 %	1.91 %
Carbohidratos	5.72 %	5.73 %
Energía total	48.18 Kcal	48.19 Kcal
Solidos solubles	12.67 ° Brix	12.65 ° Brix
pH	3.3	3.3
Polifenoles Totales	1850.10 mg de ácido gálico/100 g	1850.12 mg de ácido gálico/100 g
Actividad antioxidante	91.57 µ mol de trolox-100 g	91.59 µ mol de trolox-100 g
Color (Colorimetría)	Violeta azul	Violeta azul
Vida útil	60 días	60 días
Digestibilidad	97.01 %	97.03 %

Fuente: Laboratorio de UNCP

VI. CONCLUSIONES

Se elaboraron diferentes formulaciones para el desarrollo de una bebida potencialmente funcional a base de tallo de oca (*oxalis tuberosa*) y jugo de macha macha (*vaccinium floribundum*), utilizando diseño de mezclas, tres tratamientos se evaluaron en términos de concentración: T1 con una concentración de 96,4% de extracto de oca y 3,6% de jugo de Macha macha, T2 con una concentración de 97,6% de extracto de oca y 2,4% de jugo de Macha macha, y T3 con una concentración de 98,4% de extracto de oca y 1,6% de jugo de Macha macha.

Se evaluaron tres formulaciones, los cuales se sometieron a una evaluación sensorial con 75 juicios consumidores y determinando que el tratamiento T1 tuvo la mayor aceptabilidad, el cual contenía una concentración del 96,4% de extracto de oca y 3,6% de jugo de macha macha, obteniendo unas medias en la aceptabilidad de 6.57 para el aroma, 7.18 para el sabor, 7.48 para la aceptación general y 6.89 para el color, consiguiendo estas dos últimas el mayor puntaje con respecto a los tratamiento T2 y T3, el test fue realizado con una escala hedónica de 0 a 9 puntos. Estos resultados sugieren que la bebida desarrollada tiene un potencial de aceptación por parte del consumidor, lo que la convierte en una opción prometedora para su producción a gran escala.

Se le realizó el análisis fisicoquímico al tratamiento “T” siendo la formula optimizada y cuyos resultados demuestran 1850.11 mg de ácido gálico/100 g de polifenoles totales y una capacidad antioxidante de 91.58 μ mol de trolox-100 g demostrando ser una bebida con gran capacidad antioxidante, además los resultados muestran que la bebida tiene un bajo contenido de grasa (1.01% y 1.00%), y un contenido moderado de proteínas (2.98% y 2.96%), con un aporte de energía 48.18 Kcal estos resultados sugieren que la bebida funcional a base de *Oxalis tuberosa* y *Vaccinium floribundum* reúne las cualidades para ser una bebida funcional que podría tener beneficios para la salud.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un análisis de contenido de vitaminas en la bebida funcional desarrollada, con el fin de determinar el potencial nutricional de la bebida y establecer posibles beneficios para la salud de los consumidores relacionados con la ingesta de vitaminas a través del consumo de la bebida.

Es recomendable realizar investigaciones adicionales sobre el tallo de *Oxalis tuberosa* Molina con el objetivo de explorar su potencial para proporcionar beneficios nutricionales y de salud. Actualmente, existe una escasa información científica en relación a las propiedades del tallo de esta planta, lo que hace necesario llevar a cabo más estudios para ampliar el conocimiento sobre este tema.

Se sugiere considerar la temporada de fructificación de la fruta de macha macha al planificar posibles estudios, ya que puede resultar difícil encontrar los frutos fuera de temporada. Esto permitirá garantizar la disponibilidad de los frutos y asegurar la validez de los resultados obtenidos

VIII. BIBLIOGRAFÍA

AGQ Labs. (s. f.). Los grados Brix en las bebidas. Recuperado el 7 de abril de 2023, de <https://www.agqlabs.es/los-grados-brix-en-las-bebidas/>

Naranjo, E. (2015). *IALIMENTOS*. Obtenido de <https://www.revistaialimentos.com/ediciones/edicion-4/bebidas-funcionales-una-necesidad-saludable/>

Amores, M. (2016). Evaluación del comportamiento reológico de un postre lácteo a base de harina de oca (*Oxalis tuberosa*) y gelatina dispersos en lactosuero dulce. (*Tesis de licenciatura, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO*). <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/22879>.

Beltrán, C., Coba, T., Gallardo, T., & Osorio, G. (2009). Ascorbic acid, phenolic content, and antioxidant capacity of red, cherry, yellow and white types of pitaya cactus fruit (*Stenocereus stellatus* Riccobono). *Agrociencia*, 2.

Carrion, H. M. (1995). *Biología Reproductiva de la Oca*. Recuperado el 9 de Noviembre de 2021, de <http://repebis.upch.edu.pe/cgi-bin/wxis.exe/iah/scripts/?IsisScript=iah.xis&lang=es&base=lipecs&nextAction=lnk&exprSearch=TUBERCULOS%20DE%20LA%20PLANTA&indexSearch=MH>

Charles Darwin Foundation. (2020). Obtenido de <https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=2090>

Counsil, N. R. (1989). *The lost crops of the incas*. Recuperado el 9 de Noviembre de 2021, de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.nap.edu/catalog/1398/lost-crops-of-the-incas-little-known-plants-of-the&ved=2ahUKEwjn8dXF54v0AhVIRjABHSPEBugQFnoECAYQAAQ&usg=AOvVaw3-Za4cm1SfZkyMR0NswI3J>

Dedios, Y., Santos De La Cruz, E., Salas, J., Feliciano, O., & Soto, A. (2007). Caracterización y determinación de ecotipos de oca (*oxalis tuberosa*), para el procesamiento de. *Redalyc*, 7.

EIA. (2014). *Catalogo virtual de flora de alta montaña*. Obtenido de <https://catalogofloraaltamontana.eia.edu.co/species/36>

Emshiller. (2004). *Patrones de Diversidad Genotipica en el cultivo de oca*. (PROINPA, Editor) Recuperado el 9 de Noviembre de 2021, de https://scholar.google.hn/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&as_vis=1&q=Mostacero%2C+Castillo%2C+Mej%C3%ADa%2C+Gamarr+Plantas++Medicinales+del+Per%C3%BA%3A+Taxonom%C3%ADa%2C+Ecogeograf%C3%ADa%2C+Fenolog%C3%ADa+y+Etnobot%C3%A1nica.+ANR+&btnG=#d=gs_qabs&u=%23p%3DXf

Fernandez, A., & Rodriguez. (2007). *Etnobotanica del Perú Pre-Hispanico*. (E. H. Truxillense, Editor, & Universidad Nacional de Trujillo) Recuperado el 9 de Noviembre de 2021, de https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://static1.squarespace.com/static/54b98e1ee4b0b6572f801af7/t/5579e0dfe4b00046e7a025df/1434050783296/ETNOBOTANICA%2BDEL%2BPERU%2BPRE-HISPANO_Fern%25C3%25A1ndez%2By%2BRodriguez.pdf&ved=2ahUKEwj02MOZ5

Ferreira, R., Amaral, R., Silva , A., Cardoso, S., & Saraiva , J. (2022). Efecto de la pasteurización térmica y de alta presión sobre las propiedades microbianas y fisicoquímicas de los jugos de *Opuntia ficus-indica*. *MDPI*, 1.

Fuentes, C. (2008). *Estudio del mortiño y propuesta gastronómica aplicada a un recetario*.

GBIF Secretariat. (14 de Septiembre de 2021). *GBIF Backbone Taxonomy*. Obtenido de <https://www.gbif.org/es/species/7971787>

IDECOP. (2009). *Fruit juices, nectars and beverages. Specifications*.

Kathleen, M. (22 de Julio de 2021). *WebMD Editorial Contributors*. Obtenido de <https://www.webmd.com/diet/calories-in-drinks-and-popular-beverages>

King, S. G. (1987). *Nutritional evaluation of three underexploited Andean tubers (Oxalis tuberosa)*. Recuperado el 9 de Novimebre de 2021, de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US19880075678>

Leyva, L. (10 de Noviembre de 2019). *Tuberculos.org*. Obtenido de <https://www.tuberculos.org/oca-ibia/>

Llimpe, P. (2017). ESTUDIO DEL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL FRUTO DE MACHA MACHA (*Vaccinium floribundum* Kunth) DURANTE LA MADURACION. (*Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica*).

<http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1694/TESIS%20LLIMPE%20REZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Luby et al. (1991). BLUEBERRIES AND CRANBERRIES (VACCINIUM). *International Society for Horticultural Science*, 393-458.

Morillo, A., Morillo, Y., & Leguizano, F. (2019). Caracterización morfológica y molecular de *Oxalis tuberosa* Mol. en el departamento de Boyacá. *Colombia Biotecnol*, 18-29.

Moscoe, L. (2016). On-Farm Conservation and Diversity of the Andean Tuber Crop, Oca (*Oxalis tuberosa* Molina; Oxalidaceae). (*Tesis de doctorado, University of Wisconsin-Madison*).

<https://www.proquest.com/openview/59ec20d92d06167df9541c1f00fbf082/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750>.

Olarte, C., Pelegrín, J., & Reinares, E. (2017). *Innovarioja*. Obtenido de http://www.innovarioja.tv/docs/1691/Cristina_Olarte.pdf

Ore Areche, F., Muñoz Ccencho, V., Ruiz Rodríguez, A., & Corilla Flores, D. (2022). Actividad antioxidante de la bebida funcional del extracto de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer tratado térmicamente. *Revista Alfa*, 545-556. doi:<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.190>

Perú Ecológico. (2018). Obtenido de https://www.peruecologico.com.pe/flo_oca_1.htm

Pomar, G. (2002). Tuberación in vitro de *oxalis tuberosa* molina como una alternativa para la producción de tuberculos semillas. (*Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos*). https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Basic/Pomar_V_G/t_completo.pdf.

Pomar, G. (2002). Tuberización in vitro de *Oxalis tuberosa* Mol. "Oca" como una alternativa para la producción de tubérculo semilla. *EAP de Ciencias Biológicas*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/Basic/Pomar_V_G/pomar_Indice.htm

Ramirez, M. (2002). *On farm conservation of minor tubers in Peur*. (R. Newsletter, Editor) Recuperado el 2021 de Noviembre de 2021, de https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Culture-plantes-alimentaires/FICHES_PLANTES/oca-du-Perou/Oxalis%2520tuberosa_Wikipedia-En.pdf&ved=2ahUKEwi-jOec4ov0AhXBQzABHbcGC48QFnoECACQAQ&usg=A

Ugent, D. &. (2006). *La etnobotanica de Peru, Desde la Prehistoria al Presente* (Cuarta Edicion ed.). Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario de evaluación sensorial



Saludos, el objetivo del presente estudio tiene como fin evaluar las características sensoriales de tres formulaciones de **BEBIDA FUNCIONAL a partir de zumo del tallo del Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) y zumo de macha macha (*Vaccinium floribundum* Kunth)**, para ello se le solicita nos colabore respondiendo una serie de preguntas sobre cada tipo muestra.

DATOS GENERALES

EDAD	
SEXO	

INDICACIONES

Frente a usted se encuentran tres muestras de **BEBIDA FUNCIONAL a partir del zumo del tallo del *Oxalis tuberosa* Mol. y zumo de macha macha (*Vaccinium floribundum* Kunth)**, las cuales deben ser evaluadas según el nivel de agrado que posee cada uno de sus atributos. Se le solicita escribir el puntaje según el nivel de escala que usted considera que posee el producto, siendo 9 el mayor puntaje y 1 el menor.

Podrá evaluar **una muestra a la vez**, analizando en primer lugar **el color**, luego **el aroma** luego **el sabor y la aceptación general**. Para el caso del sabor, le pedimos utilice un borrador que consiste en tomar un poco de agua purificada y posteriormente tomar nuevamente un sorbo de agua purificada, previo al análisis entre las muestras.

Puntaje	Significado
1	Me disgusta muchísimo
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta bastante
4	Me disgusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
6	Me gusta ligeramente
7	Me gusta bastante
8	Me gusta mucho
9	Me gusta muchísimo

Atributos	Muestra		
	654	273	198
Color			
Aroma			
Sabor			
Aceptación general			

Expresa su INTENCIÓN DE COMPRA, marcando con una X

PRODUCTO	SI	NO
654		
273		
198		

¡MUCHAS GRACIAS!

Anexo 2. Medición de temperatura



Anexo 3. Medición de pH



Anexo 4. Medición de grados Brix



Anexo 5. Bebidas listas para análisis sensorial



Anexo 6. Servicio de tratamientos



Anexo 7. Análisis sensorial

