



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

Efecto de la adición de ácido ferúlico microencapsulado en la formulación de una bebida instantánea

Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación previo a la obtención de título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Mishel Alcivar Suquilanda Lizano

Tutor: Dr. Oreste Darío López Hernández

Ambato – Ecuador

Agosto - 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dr. Orestes Darío López Hernández

Certifica:

Que el presente Informe Final del Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final del Trabajo de Titulación; Opción Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 28 de junio de 2024



Firmado electrónicamente por:
**ORESTES DARÍO LOPEZ
HERNANDEZ**

Dr. Orestes Darío López Hernández
1754784864
TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

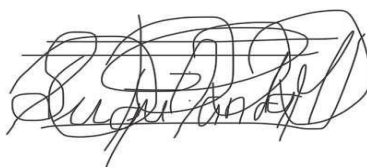
Yo, Mishel Alcivar Suquilanda Lizano, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final del Trabajo de Titulación; Opción Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Mishel Alcívar Suquilanda Lizano
1805015847
AUTOR

DERECHOS DEL AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final del Trabajo de Titulación o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución. Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final del Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Mishel Alcívar Suquilanda Lizano
1805015847
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final del Trabajo de Titulación; Opción Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:



Firmado electrónicamente por:
MIRARI YOSUNE
ARANCIBIA SORIA

Presidente del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
JACQUELINE DE LAS
MERCEDES ORTIZ
ESCOBAR

Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

180217135-3



Firmado electrónicamente por:
RUBEN DARIO
VILCACUNDO CHAMORRO

Dr. Rubén Darío Vilcacundo Chamorro

180273810-2

Ambato, 02 de agosto de 2024

DEDICATORIA

A mis padres, Alcivar y Elizabeth, por apoyarme y guiarme con su ejemplo que con esfuerzo y perseverancia puedo alcanzar todas mis metas.

Mishel Alcivar Suquilanda Lizano

AGRADECIMIENTO

Agradezco a el PhD. Orestes López por el tiempo y conocimientos compartidos, que fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de este trabajo.

Agradezco también:

A mis hermanos Carolina, Erick y Dylan. Por su cariño, apoyo incondicional que siempre estuvo siendo muy fundamentales en el proceso de mi vida profesional

A todos mis amigos que están y no están presentes, que a pesar de todo este proceso los llevo en mi corazón acaparando una parte muy importante en mi vida quienes me ayudaron, brindaron el apoyo y llenaron de alegrías mi vida universitaria dejando una parte de ellos marcada en mi vida.

A mi amada Viviana, que con su amor, paciencia y apoyo me ayudo en la culminación de este trabajo siendo un pilar fundamental en mi vida.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DEL AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.1.1 Descripción de Acido ferúlico.....	1
1.1.1.1 Acido ferúlico microencapsulado.....	1
1.1.2 Beneficios de AF microencapsulado	2
1.1.3 Actividad Antioxidante	2
1.1.4 Método DPPH	2
1.1.5 Bebidas instantáneas	3
1.1.5.1 Características de las bebidas instantáneas en polvo.....	3
1.1.5.2 Ventajas de la adición de AF en una bebida instantánea en polvo.....	4
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1 Objetivo General	5
1.2.2 Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II	6
METODOLOGÍA	6
2.1 Materiales, equipos y reactivos.....	6
2.1.1 Materiales	6
2.1.2 Equipos	7
2.1.3 Reactivos	8
2.2 Métodos.....	8
2.2.1 Determinar la capacidad antioxidante de AF microencapsulado para su posterior aplicación en una bebida instantánea en polvo.....	8

2.2.2 Formular la composición de una bebida instantánea en polvo con la adición de AF microencapsulado.....	9
2.2.2.1 Diseño experimental de formulaciones para bebida instantánea en polvo.....	9
2.2.2.2 Desarrollo de una bebida instantánea en polvo.....	9
2.2.3 Evaluar las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la bebida instantánea en polvo con la adición de AF.....	10
2.2.3.1 Propiedades fisicoquímicas.....	10
2.2.3.1.1 Determinación de Humedad.....	10
2.2.3.1.2 Determinación de cenizas.....	10
2.2.3.1.3 Determinación de densidad.....	11
2.2.3.1.4 Determinación de acidez.....	11
2.2.3.1.5 Determinación de °Brix.....	12
2.2.3.2 Propiedades microbiológicas.....	12
2.2.3.2.1 Conteo de Microorganismos.....	12
2.2.3.1 Pruebas sensoriales.....	12
2.2.3.2.1 Análisis sensorial de la bebida instantánea en polvo.....	12
2.2.4 Diseño experimental.....	13
CAPÍTULO III.....	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
3.1 Análisis y discusión de los resultados.....	14
3.1.1 Caracterización fisicoquímica de AF microencapsulado.....	14
3.1.2 Determinación de la capacidad antioxidante de AF microencapsulado.....	15
3.1.3. Formular la composición de una bebida instantánea en polvo con la adición de AF microencapsulado.....	16
3.1.4 Evaluar las propiedades físico químicas, microbiológicas y sensoriales de la bebida con la adición de AF.....	22
3.1.4.1. Análisis microbiológico de la bebida instantánea en polvo con la adición de AF.....	23
3.1.4.2. Análisis sensorial de la bebida instantánea en polvo con la adición de AF.....	24
CAPITULO IV.....	26
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
4.1 Conclusiones.....	26
4.2 Recomendaciones.....	27
MATERIALES DE REFERENCIA.....	28
Referencias Bibliográficas.....	28
ANEXOS.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Recursos materiales utilizados en el proyecto de investigación	6
Tabla 2 Equipos utilizados en el proyecto de investigación	7
Tabla 3 Reactivos utilizados en el proyecto de investigación	8
Tabla 4 Diseño experimental bifactorial para la elaboración de la bebida instantánea en polvo con la adición de ácido ferúlico como antioxidante.....	9
Tabla 5 Atributos seleccionados para el análisis sensorial	13
Tabla 6 Propiedades fisicoquímicas de AF microencapsulado.....	14
Tabla 7 Análisis de la concentración de actividad antioxidante y % inhibición de AF microencapsulado	15
Tabla 8 Formulación de la mezcla de bebida en polvo con la adición de AF microencapsulado	21
Tabla 9 Resultado de los análisis fisicoquímicos de la bebida con la adición de AF22	
Tabla 10 Resultado de los análisis microbiológicos de la bebida con la adición de AF	23
Tabla 11 Criterios de aceptabilidad	24

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de caja y bigotes de la interacción del Factor A con la variable de respuesta % Satisfacción.....	17
Figura 2 Gráfico de medias para el diseño experimental AxB con la variable de respuesta %Satisfacción.....	18
Figura 3 Comparación de espectros de bebida en polvo vs AF microencapsulado ambos reconstituidos en agua. 4a: Bebida en polvo con adición de AF microencapsulado reconstituida en agua. 4b: Acido ferúlico sin microencapsular obtenido de malta tipo Múnich Fuente: Cevallos, 2022.....	19
Figura 4 Comparación de espectros de bebida en polvo vs AF microencapsulado ambos sin ser reconstituidos en agua. 5a: Bebida en polvo con adición de AF microencapsulado 5b: Acido ferúlico microencapsulado obtenido de malta tipo munich (Cevallos, 2022).	19
Figura 5 Ac. Cítrico (azul), bebida con adición de Ac. Ferúlico microencapsulado (negro) y bebida sin adición de AF (rojo) superpuestos.....	20
Figura 6 Polvos obtenidos de la bebida en polvo sabor mandarina y acido ferúlico microencapsulado (de izquierda a derecha).....	23
Figura 7 Porcentaje de aceptabilidad de la bebida con la adición de AF (polvo).....	24
Figura 8 Porcentaje de aceptabilidad de la bebida con la adición de AF (reconstituida)	25
Figura 9 Curva de calibración de Trolox	37
Figura 10 A; Disolución 1:10 y 1:20 para AF microencapsulado. B; Preparación de la placa de 96 pocillos. C; Análisis por espectrofotometría UV VIS. D; Preparación y Homogeneización de muestra para análisis FTIR. E y F; Análisis infrarrojo de todos los componentes de la bebida en polvo y AF microencapsulado.	41
Figura 11 Proceso de análisis de muestras de AF microencapsulado y bebida en polvo con adición de AF para parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.....	42
Figura 12 A; Muestras para análisis sensorial bebida reconstituida en agua con adición de AF microencapsulado. B; Muestras para análisis sensorial para bebida en polvo con adición de AF microencapsulado. C; Preparación de muestra en polvo. D; Preparación bebida reconstituida. E; Instrucciones para el análisis sensorial de las bebidas en polvo y reconstituida con la adición de AF microencapsulado.....	43

INDICE DE ANEXOS

Anexo I Resultados obtenidos para la capacidad antioxidante de AF microencapsulado	36
Anexo II Valores obtenidos por espectrofotometría UV/VIS en el análisis DPPH..	36
Anexo III Análisis de varianza para la formulación de una bebida instantánea en polvo según el % de satisfacción.....	37
Anexo IV Datos obtenidos para el diseño experimental AxB con variable de respuesta % de satisfacción.....	37
Anexo V Datos obtenidos en el análisis sensorial aplicado a 12 participantes para la bebida en polvo y bebida reconstituida	38
Anexo VI Análisis de mohos y levaduras de la bebida en polvo	39
Anexo VII Hoja de cata para análisis de resultados prueba afectiva y prueba de aceptabilidad bebida en polvo y bebida reconstituida.....	40
Anexo VIII Proceso de análisis de actividad antioxidante de ácido ferúlico y FTIR41	
Anexo IX Proceso de evaluación de propiedades fisicoquímicas y microbiológicas	42
Anexo X Evaluación sensorial de bebida en polvo con adición de AF reconstituida y sin reconstituir	43

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se centra en la adición de ácido ferúlico (AF) microencapsulado en la formulación de una bebida instantánea en polvo. El ácido ferúlico es un compuesto fenólico con propiedades antioxidantes que, al ser microencapsulado, mejora su estabilidad y biodisponibilidad. La microencapsulación protege al AF de factores ambientales como la luz y el oxígeno, aumentando su eficacia y permitiendo su aplicación en la industria alimentaria. Por ello, el objetivo principal de esta investigación es caracterizar el efecto de la adición de ácido ferúlico microencapsulado en la formulación de una bebida instantánea en polvo. Utilizando una metodología enfocada en dicha caracterización se evaluó la capacidad antioxidante del AF microencapsulado utilizando el método DPPH, el cual se encargó de medir la capacidad de captar radicales libres del microencapsulado. Además, se diseñaron varias formulaciones para la bebida instantánea en polvo con la adición de AF microencapsulado a partir de un diseño experimental AxB obteniendo como mejor tratamiento a1b2 (Relación 1:10/10 mg AF y se confirmó la seguridad del producto, mostrando una alta aceptabilidad entre los consumidores. Se demostró que la adición de AF microencapsulado en la bebida en polvo mejoró la estabilidad y la capacidad antioxidante, sin afectar de forma negativa sus propiedades sensoriales. En conclusión, la adición de ácido ferúlico microencapsulado en la formulación de bebidas instantáneas en polvo es una estrategia de gran interés industrial que sirve para mejorar la estabilidad antioxidante y la calidad nutricional de un producto alimenticio, sin comprometer su sabor y aceptabilidad.

Palabras clave: aditivos alimentarios, compuestos fenólicos, calidad nutricional, bebidas instantáneas.

ABSTRACT

The present research focuses on the addition of microencapsulated ferulic acid (FA) in the formulation of an instant powder drink. Ferulic acid is a phenolic compound with antioxidant properties that, when microencapsulated, improves its stability and bioavailability. Microencapsulation protects AF from environmental factors such as light and oxygen, increasing its effectiveness and allowing its application in the food industry. Therefore, the main objective of this research is to characterize the effect of the addition of microencapsulated ferulic acid in the formulation of an instant powder drink. Using a methodology focused on said characterization, the antioxidant capacity of the microencapsulated FA was evaluated using the DPPH method, which was responsible for measuring the free radical capture capacity of the microencapsulated product. In addition, several formulations were designed for the instant powder drink with the addition of microencapsulated AF from an AxB experimental design, obtaining a1b2 as the best treatment (Ratio 1:10/10 mg AF) and the safety of the product was confirmed, showing a high acceptability among consumers. It was shown that the addition of microencapsulated FA in the powdered drink improved the stability and antioxidant capacity, without negatively affecting its sensory properties. In conclusion, the addition of microencapsulated ferulic acid in the formulation of instant drinks. powder is a strategy of great industrial interest that serves to improve the antioxidant stability and nutritional quality of a food product, without compromising its flavor and acceptability.

Keywords: food additive, fenolic compounds, nutricional quality and instant drinks.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Descripción de Acido ferúlico

El ácido ferúlico (AF), ácido 3-(4-hidroxifenil)-2-propenoico es un compuesto fenólico natural que proviene de la familia de los ácidos hidroxicinámicos, es posible encontrarlo en granos de avena, arroz, girasol entre otros, sin embargo, es más abundante en el esqueleto de la mayoría de plantas. Se considera a este polifenol como altamente beneficioso ya que posee varias aplicaciones en diferentes áreas industriales; en la industria alimentaria, se lo puede utilizar para prevenir la oxidación de lípidos debido a sus propiedades antioxidantes, extendiendo la vida útil de los productos alimentarios y con ello disminuyendo la oxidación de grasas que pueden causar rancidez (**Calva-Estrada et al., 2019**).

Se ha determinado en diversos estudios que el AF además de poseer propiedades antioxidantes posee otros beneficios como la mejora de la calidad nutricional por lo cual al estar en conjunto con otros ingredientes en las formulaciones de alimentos para el consumo humano se reducen significativamente los riesgos de enfermedades ya que los valores nutricionales son de mejor calidad (**Desai et al., 2019**).

1.1.1.1 Acido ferúlico microencapsulado

El ácido ferúlico es un antioxidante natural muy potente que puede ser utilizado de manera industrial, no obstante, tiene limitaciones debido a que es inestable en condiciones ambientales; es por ello que para su uso se lo microencapsula. La microencapsulación es un procedimiento que otorga una capa de protección a compuestos que en condiciones adversas pueden presentar algún grado de inestabilidad siendo de gran beneficio en la industria alimentaria ya que protege los polifenoles. En el caso de AF, lo protege de la luz, el oxígeno y otros factores ambientales como temperaturas altas o bajas aumentando su estabilidad y por ende su vida útil. Al microencapsular AF se pueden aplicar diferentes técnicas siendo el método más común y menos costoso el *spray drying* (secado por pulverización) debido a que mantiene al polifenol con todas sus propiedades intactas y lo recubre en una matriz polimérica de maltodextrina u otro compuesto que no influya directamente en sus propiedades a través de una corriente de aire caliente obtenido un polvo capaz de ser utilizado en diversas aplicaciones en productos de carácter alimenticio (**Bucci et al., 2020**).

1.1.2 Beneficios de AF microencapsulado

Microencapsular polifenoles como AF puede tener un sinnúmero de beneficios como la fabricación de alimentos altamente funcionales, suplementos para dietas, bebidas instantáneas con valor agregado y productos horneados ya que el componente activo es protegido en una matriz polimérica y mejora su biodisponibilidad. Algunas ventajas de utilizar AF en la industria alimentaria **Cevallos (2022)** las establece de la siguiente manera:

- **Sabor y aroma:** al Microencapsular AF se sugiere que este puede tener efectos positivos en el aroma y sabor ya que mejora la calidad sensorial al influir en la percepción del sabor.
- **Mejora la solubilidad:** en algunos casos el AF microencapsulado puede mejorar la capacidad de disolverse de ciertos ingredientes ya que es soluble en agua y otros componentes orgánicos.

1.1.3 Actividad Antioxidante

Se conoce como actividad antioxidante a la capacidad que posee una sustancia para impedir su degradación a partir de la reacción en los radicales libres, en la mayor parte de cuerpos biológicos estos radicales libres tienen la capacidad de degenerar las células provocando mutagénesis que puede resultar en trastornos cardiovasculares, por ende, la importancia de las sustancias antioxidantes es que contrarrestan dicho cambio celular en las distintas etapas del proceso de oxidación (**Urias et al., 2016**).

En los alimentos, el potencial antioxidante de una sustancia activa en una matriz alimentaria otorga efectos beneficiosos para la salud del consumidor ya que esto disminuye el riesgo de enfermedades asociadas a los danos provocados por radicales libres (**Hernández, 2013**).

1.1.4 Método DPPH

El método 2,2-Difenil-1-Picrihidrazilo (DPPH) es un ensayo que consiste en evaluar la capacidad de un compuesto activo de captar los radicales libres en una muestra biológica. Este método se caracteriza por presentar un color violeta intenso que cambia a un tono incoloro cuando se encuentra en presencia de una muestra antioxidante activa el cual es medido mediante espectrofotometría a 517 nm (**Manrique et al., 2015**).

Para que el compuesto activo pueda ser valorado de forma correcta los valores arrojados en el ensayo se muestran en base a los equivalentes TEAC (Trolox) haciendo uso de un patrón mediante una correlación en la que se indica que la muestra obtenida posee la misma capacidad de captación de radicales libres que el extracto utilizado (**García Ruiz, 2021**).

1.1.5 Bebidas instantáneas

Hoy en día, las bebidas instantáneas son productos que se utilizan de forma cotidiana, en el mercado existen diversos productos que son populares para el consumidor y son elegidos de acuerdo a la conveniencia del mismo y la facilidad con la que la bebida se prepara. Existe una gran variedad de bebidas instantáneas siendo las bebidas en polvo las más consumidas por diferentes grupos etarios de la población nacional. Se las elige debido a que su preparación no es compleja y no implica ningún tipo de cocción siendo una de las opciones más prácticas para el momento en el que se requiera ya que su transporte y almacenamiento es poco complejo.

1.1.5.1 Características de las bebidas instantáneas en polvo

1. **Variedad de sabores:** Existe una extensa variedad de sabores que se pueden producir bajo el tipo de bebida instantánea en polvo, ya que va desde un té hasta una bebida deportiva que otorgue al consumidor beneficios de acuerdo con sus preferencias individuales.
2. **Ingredientes:** los ingredientes pueden variar de acuerdo con la necesidad del consumidor en cuestión, se pueden añadir distintos tipos de aditivos alimentarios según la formulación específica enfocada en el mercado de destino.
3. **Conveniencia:** Una de las ventajas más importantes de este tipo de bebidas es que necesitan únicamente de la adición de agua o en algunos casos leche lo cual las hace ideales en situaciones donde el tiempo o acceso a otro tipo de bebidas es limitado.
4. **Bebidas funcionales:** Debido a la facilidad de preparación de este tipo de bebidas, algunas pueden estar formuladas para ser funcionales como es el caso de bebidas deportivas ya que pueden ser enriquecidas con vitaminas, minerales o incluso antioxidantes que alarguen el tiempo de vida útil de la bebida.

1.1.5.2 Ventajas de la adición de AF en una bebida instantánea en polvo

La adición de AF microencapsulado puede prolongar el tiempo de vida útil en los alimentos, en caso de la bebida en polvo, una vez reconstituida al tener en su formulación dicho antioxidante se conservará durante más tiempo prolongando su almacenamiento sin el riesgo de que este sea contaminado por factores externos.

Por otro lado, la adición de AF microencapsulado permite que al ingerir la bebida por el consumidor pueda tener una liberación controlada y sostenida en el tiempo lo cual tiende a ser beneficioso para este tipo de bebidas que poseen valores agregados. A diferencia de una bebida instantánea sin AF, la presencia de este potente antioxidante permitirá que la solubilidad mejore y por lo tanto su biodisponibilidad será más

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Caracterizar el efecto de la adición de ácido ferúlico microencapsulado en la formulación de una bebida instantánea en polvo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la capacidad antioxidante de AF microencapsulado para su posterior aplicación en una bebida instantánea en polvo.
- Formular la composición de una bebida instantánea en polvo con la adición de AF microencapsulado.
- Evaluar las propiedades físico químicas, microbiológicas y sensoriales de la bebida con la adición de AF

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales, equipos y reactivos

2.1.1 Materiales

En la realización del presente proyecto de investigación se utilizaron los siguientes materiales que se detallan a continuación:

Tabla 1 Recursos materiales utilizados en el proyecto de investigación

Material	Cantidad
Materia prima	
Ácido ferúlico microencapsulado	100 g
Saborizante de mandarina	10 g
Sucralosa	5 g
Material de laboratorio	
Puntas de micropipetas (1000 uL)	25 unidades
Matraz Erlenmeyer de 250 ml	15 unidades
Cajas Petri plásticas	120 unidades
Caja de guantes de nitrilo	1 caja
Caja de mascarilla	1 caja
Matraz Erlenmeyer de 500 ml	15 unidades
Frascos de tapa azul 250 ml	5 unidades
Vasos de precipitación 500 ml	10 unidades
Vasos de precipitación 250 ml	5 unidades
Probetas 10 ml	5 unidades
Balones de aforo 500 ml	1 unidad
Mechero de bunsen	2 unidades
Rotuladores	3 unidades
Pinza metálica	3 unidades

Elaborado por: Suquilanda, 2024

2.1.2 Equipos

Para la correcta elaboración del presente proyecto de investigación los equipos que se requirieron se detallan del siguiente modo:

Tabla 2 Equipos utilizados en el proyecto de investigación

Equipos	
Incubadora	1 unidad
Autoclave	1 unidad
Cámara de flujo laminar	1 unidad
Micropipetas	2 unidades
Desecador	2 unidades
Estufa	1 unidad
Balanza de humedad	1 unidad
Balanza analítica	1 unidad
Colorímetro	1 unidad
Micrómetro	1 unidad
Analizador de textura	1 unidad
Espectrofotómetro (UV -VIS)	1 unidad
Mufla	1 unidad
Equipo Kjeldahl	1 unidad

Elaborado por: Suquilanda, 2024

2.1.3 Reactivos

Se utilizaron los siguientes reactivos:

Tabla 3 Reactivos utilizados en el proyecto de investigación

Reactivos	
Hidróxido de sodio (NaOH)	500 mL
Sulfato de potasio (K ₂ SO ₄)	200 g
Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	100ml
Sulfato de sodio (Na ₂ SO ₄)	100 mL
Ácido cítrico	100 g
Fosfato tricálcico	100 g
Citrato de potasio	200 g
Agar PCA-PDA	500 mL
Agua peptonada	1 L
Ácido clorhídrico	1000 mL
Fenolftaleína	20 mL

Elaborado por: Suquilanda, 2024

2.2 Métodos

2.2.1 Determinar la capacidad antioxidante de AF microencapsulado para su posterior aplicación en una bebida instantánea en polvo.

Se determinará la actividad antioxidante de AF microencapsulado mediante la técnica de microplaca de 96 pocillos construyendo una curva estándar de calibración mediante el uso de Trolox 50-500 $\mu\text{mol L}^{-1}$. Se agregarán 20 μL del extracto de AF microencapsulado en 180 μL de solución de DPPH y se lo llevará a agitación constante durante un minuto. Se dejará reposar la muestra en un lugar sin paso de luz a temperatura ambiente durante 35 minutos. Se medirá la absorbancia de las muestras en espectrofotómetro UV visible a 515 nm.

Se medirá el % de inhibición mediante la siguiente ecuación:

$$\% DPPH = \left[1 - \left(\frac{A_m - A_b}{A_c - A_b} \right) \right] * 100$$

Ecuación 1. Porcentaje de inhibición

Donde:

A_m = Abs muestra

A_b = Abs blanco

A_c = Abs control

2.2.2 Formular la composición de una bebida instantánea en polvo con la adición de AF microencapsulado.

2.2.2.1 Diseño experimental de formulaciones para bebida instantánea en polvo

Para una correcta selección del procesamiento de datos en la elaboración de la bebida instantánea en polvo se utilizará un diseño experimental A*B bifactorial el cual se indica en la tabla 4.

Tabla 4 Diseño experimental bifactorial para la elaboración de la bebida instantánea en polvo con la adición de ácido ferúlico como antioxidante.

Factores AxB	Niveles
A; Relación bebida instantánea/ácido ferúlico	A ₁ : 1:10
	A ₂ : 1:20
B: Ácido ferúlico (AF) microencapsulado	B ₁ : 5 mg de (AF) microencapsulado
	B ₂ : 10 mg de (AF) microencapsulado
	B ₃ : 15 mg (AF) microencapsulado

Elaborado por: Suquilanda, 2024

2.2.2.2 Desarrollo de una bebida instantánea en polvo

Se pesarán 5, 10 y 15 miligramos (mg) de AF microencapsulado y de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2471 establecida para la preparación de bebidas instantáneas se utilizará una muestra de compuestos que consisten en ácido cítrico, edulcorante no calórico, sal, sabor natural a mandarina, color amarillo carmín, acesulfame-k, citrato de potasio, sulfato tricálcico y AF en la mejor

relación establecida por el diseño experimental propuesto en la tabla 1. El polvo final será empacado en una presentación de 15 g.

2.2.3 Evaluar las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la bebida instantánea en polvo con la adición de AF.

Se evaluarán las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensorial de la bebida instantánea elaborada con la adición de AF microencapsulado de modo que se garantice la seguridad del producto para el consumidor final.

2.2.3.1 Propiedades fisicoquímicas

2.2.3.1.1 Determinación de Humedad

Se pesarán 10 g de muestra y se colocarán a 105 °C durante 12 horas en horno. Se dejará enfriar la muestra en un desecador con sílice y se pesará la muestra. Para los resultados se utilizará la siguiente ecuación:

$$\%H = \left(\frac{(B - A) - (C - A)}{(B - A)} \right) * 100$$

Ecuación 2: Ecuación para el análisis de humedad de las muestras

Donde

A= Charolilla seca en gramos (g)

B= Charolilla + muestra húmeda en gramos (g)

C= Charolilla + muestra seca en gramos (g)

2.2.3.1.2 Determinación de cenizas

Se utilizará el método de calcinación donde las cenizas serán consideradas como minerales totales. Se pesarán 5 g de muestra y se colocarán en una mufla a 550°C por 12 horas. Para el cálculo se utilizará la siguiente ecuación:

$$\%ceniza = \left(\frac{(A - B)}{C} \right) * 100$$

Ecuación 3: Ecuación para el análisis de cenizas de las muestras

Donde

A= crisol seco en gramos (g)

B= crisol + muestra con ceniza en gramos (g)

C= peso de la muestra en gramos (g)

2.2.3.1.3 Determinación de densidad

Se pesará el picnómetro al vacío de 25 ml y posterior a ello se lo enrasará con agua y la bebida en polvo.

Los datos obtenidos se incluirán en la siguiente ecuación:

$$\rho_d = \left(\frac{m_{p+d} - m_p}{m_{p+w} - m_p} \right) * \rho_w$$

Ecuación 4: Ecuación para el análisis de densidad en la muestra

Donde

m_p = masa picnómetro vacío

$m_p + w$ = masa picnómetro enrasado con agua

m_{p+d} = masa picnómetro enrasado con muestra

ρ_w = densidad del agua = 1 g/ml

2.2.1.3.4 Determinación de acidez

Se utilizará el método descrito por la norma INEN-ISO 750 donde se establecerá la adición de una solución patrón de NaOH 0,1%, en soluciones buffer con pH conocido, además se agregará fenolftaleína 10 g/l en etanol (95%) a 10 ml de la bebida reconstituida. Se mantendrá la mezcla en agitación constante hasta que la muestra cambie de color. Para el cálculo se utilizará la siguiente ecuación:

$$\%Acidez = \frac{(0.064)(NaOH\ N)(NaOH\ utilizado\ en\ ml)}{ml\ muestra} * 100$$

Ecuación 5: Ecuación para el análisis de densidad en la muestra

Según lo descrito en la norma NTE-INEN-ISO 1842 se utilizarán 20 mL de muestra y se empleará un pH-metro graduada en 0.05 unidades de pH.

2.2.3.1.5 Determinación de °Brix

Se utilizará un brixómetro en donde se colocará una pequeña cantidad de la muestra y se procederá a hacer la lectura.

2.2.3.2 Propiedades microbiológicas

2.2.3.2.1 Conteo de Microorganismos

Se utilizará la metodología establecida para identificación y recuento de microorganismos aerobios mesófilos, se colocará 1 ml de muestra en disoluciones de agar PCA y PDA, se inoculará en el medio de cultivo y el tiempo de incubación será 72 horas a 30 °C .

A partir del número de colonias obtenidas en las placas se calculará el número de microorganismos por gramo de muestra de suelo.

$$\frac{UFC}{g} = \frac{(NC * \frac{1}{FD} * \frac{1}{V})}{P}$$

Ecuación 6: Ecuación para el conteo de microorganismos en el suelo.

Dónde:

UFC/g suelo= unidades formadoras de colonias / g de suelo.

NC= número de colonias en una caja Petri.

FD= factor de dilución

V= volumen inoculado en la caja, 1 ml.

P= peso de la muestra húmeda, 10 g.

2.2.3.1 Pruebas sensoriales

2.2.3.2.1 Análisis sensorial de la bebida instantánea en polvo

Se realizará una evaluación sensorial de la muestra reconstituida y el control a través de una prueba de cata en un panel de 12 integrantes con edades comprendidas entre 19 y 28 años en los laboratorios académicos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. A los analistas seleccionados se les proporcionará una hoja de evaluación en donde deberán seleccionar su grado de aceptabilidad de acuerdo con los siguientes atributos:

Tabla 5 *Atributos seleccionados para el análisis sensorial*

Calificación de atributos		
Olor	Color	Apariencia
Elaborado por: Suquilanda, 2024		

2.2.4 **Diseño experimental**

Para la correcta selección del procesamiento de datos en el proceso de extracción de ácido ferúlico se aplicó el diseño AxB utilizando dos réplicas para cada tratamiento y se tomó en cuenta la variación cuantitativa de los valores del experimento en cuanto a las variables de respuesta.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Caracterización fisicoquímica de AF microencapsulado

Tabla 6 Propiedades fisicoquímicas de AF microencapsulado

Propiedades	Valor Experimental	Requisito (Máximo)
Humedad	4,42±0,02%	5%
Cenizas	2,38±0,36%	2 – 3%
Densidad	0,234±0,062 g/cc	0,3 – 0,8 g/cc
pH	4,5±0,277	4 – 7
Brix	3,45±0,018	-

Elaborado por: Alcívar Suquilanda

Durante el desarrollo del presente proyecto de investigación se determinaron los parámetros fisicoquímicos de interés del AF microencapsulado donde se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 6. **Maruyama et al. (2018)**, en sus resultados propuestos para ácidos fenólicos microencapsulados establece que un valor que influye directamente en la Eficiencia de microencapsulación (%) es el pH; en el caso de la microencapsulación de antocianinas de frambuesa negra (*Rubus occidentalis* L) obtenida a pH 5.0 se arrojó un valor de 89,97±0,67%, seguido de un pH de 4.0 para orujo de aceituna con un valor de 81,12±0,97% en contraste con AF de BSG que al encontrarse a pH 4,5 se obtuvo un valor de 89,08±0,02% (**Cevallos, 2022**).

Por otro lado, al comparar los resultados reportados por **Zduńska et al. (2018)**, afirma que caracterizar las propiedades del microencapsulado permite justificar la capacidad antioxidante del polifenol lo cual garantiza las propiedades funcionales atribuidas al compuesto bioactivo microencapsulado. Por lo tanto, es evidente que al caracterizar correctamente las microcápsulas se obtiene un mejor %EE y, por ende, se refleja con mayor precisión el grado de protección al que está expuesto el compuesto bioactivo (**Molina et al. 2024**).

3.1.2 Determinación de la capacidad antioxidante de AF microencapsulado

Se determinó la actividad antioxidante de AF microencapsulado mediante la técnica de DPPH, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7 Análisis de la concentración de actividad antioxidante y % inhibición de AF microencapsulado

Muestra	% Inhibición DPPH	Actividad Antioxidante (umol Trolox/100 g muestra)
Ácido Ferúlico Microencapsulado	87,05	480,86

*Análisis realizados en la Unidad Operativa de Investigación y Desarrollo (UODIDE) Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Elaborado por: Alcívar Suquilanda

El ácido ferúlico (AF) es considerado como un potente antioxidante al cual se le atribuyen propiedades nutricionales que contribuyen a catalogar al compuesto como un poderoso aditivo alimentario. Sin embargo, **González & García (2023)**, manifiesta que el AF debe actuar de manera aislada ya que sus propiedades pierden acción al estar en condiciones ambientales, es por esta razón que al microencapsularlo se asegura que sus propiedades actúen de manera controlada y eficiente a diferencia del extracto puro.

En la presente investigación se evaluó la capacidad antioxidante de AF microencapsulado donde se demostró que posee 87,05% de inhibición al radical DPPH lo cual establece que a 480,85 μmol Trolox/100 g muestra posee una mayor concentración (Tabla 7).

En los estudios de **González & García (2023)**, se demuestra que la mayor cantidad de AF se encuentra en diversos residuos cereales especialmente en la malta de cebada donde se encuentra en mayor proporción (100 a 400 mg/100 g de malta), es por ello que, el microencapsulado de estudio fue extraído a partir de diversos tipos de malta, siendo el tipo Múnich la que presentó mayor cantidad de AF (~ 80 – 88 % AF) (**Cevallos, 2022**).

Asimismo, en el estudio de **Chateigner & Saulnier (2022)**, se evalúan otros tipos de malta donde se demuestra que existen alrededor de 1,32 – 2,30 mg/g seco de AF lo que demuestra que se trata de un polifenol de alto interés antioxidante. Así también **Maruyama *et al.* (2018)**, afirma que las maltas de tipo lager (oscuras) son las que poseen un mayor contenido de AF en el BSG (290,887 mg/100g muestra seca) ratificando que utilizar un BSG proveniente de dichos tipos de malta dará mejores resultados.

3.1.3. Formular la composición de una bebida instantánea en polvo con la adición de AF microencapsulado.

En la actualidad la industria alimentaria se encuentra en descubrimientos continuos por ofrecer al consumidor productos de calidad enriquecidos con compuestos bioactivos que ofrezcan propiedades funcionales. En el presente proyecto de investigación se formuló una bebida en polvo enriquecida con AF microencapsulado siendo este el ingrediente activo el cual a partir del diseño experimental AxB permitió conocer los valores ideales para dicha formulación.

En los datos obtenidos de **Buitrón & Ruales (2023)**, se expone que para lograr una correcta formulación de una bebida instantánea en polvo es necesario considerar algunos parámetros siendo el principal la selección de los ingredientes y su cantidad en el producto. Para ello, se elaboró una matriz en base a la capacidad antioxidante de AF donde se utilizó un diseño bifactorial que permitió establecer por tratamientos al más adecuado para la formulación (Anexo IV).

En la figura 1 se demuestra un blox plot el cual permite distribuir gráficamente los resultados obtenidos haciendo énfasis en la tendencia central a la que están enfocados los datos, permitiendo identificar valores atípicos existentes y con ello visualizar la distribución de la variable de respuesta (%Satisfacción bebida en polvo con AF). En base a ello, se identificó la aceptabilidad del producto reconstituido demostrando en la caja (Box) que el índice de respuesta correspondiente al factor A es significativo lo cual hace referencia a una mayor aceptación del producto ya que en los dos niveles existe aceptación. Asimismo, en el factor B la estadística indica variaciones significativas entre niveles. Con respecto al nivel a1 (1:10) se encontró un 90% de aceptación para ambas bebidas dando un ligero valor atípico por debajo de los bigotes que supone un 45%. De la misma manera en el nivel a2 (1:20) la aceptación es del 50% sin encontrarse valores atípicos. En el anexo I se observa que F alcanza un valor de 15.21 indicando una variación significativa con respecto al valor $p = 0,0080$; del mismo modo, la estadística del factor B alcanzó un valor de F de 9,21 indicando que existen varianzas lo cual sugiere que el tratamiento a1b2 (1:20, 10 mg AF) es el más adecuado para la formulación de la bebida en polvo.

Buitrón & Ruales (2023), establece que en este tipo de gráficos es posible determinar a partir de la comparación de medianas la aceptación del producto. De este modo, se indicó que los consumidores están más satisfechos con el nivel a1 del Factor A (1:10). Como este nivel representa la relación de los ingredientes de la bebida en polvo con los miligramos agregados de AF, se demostró que, en primer lugar una concentración pequeña de AF en la bebida es suficiente para otorgar propiedades significativas y en segundo lugar, no es necesario reemplazar ningún ingrediente propio de la formulación de la bebida en polvo sino que más bien la adición de cantidades de hasta 10 mg de AF microencapsulado son suficientes para demostrar su potencial antioxidante (**García-Molero & Chumpitaz-Huanqui, 2019**).

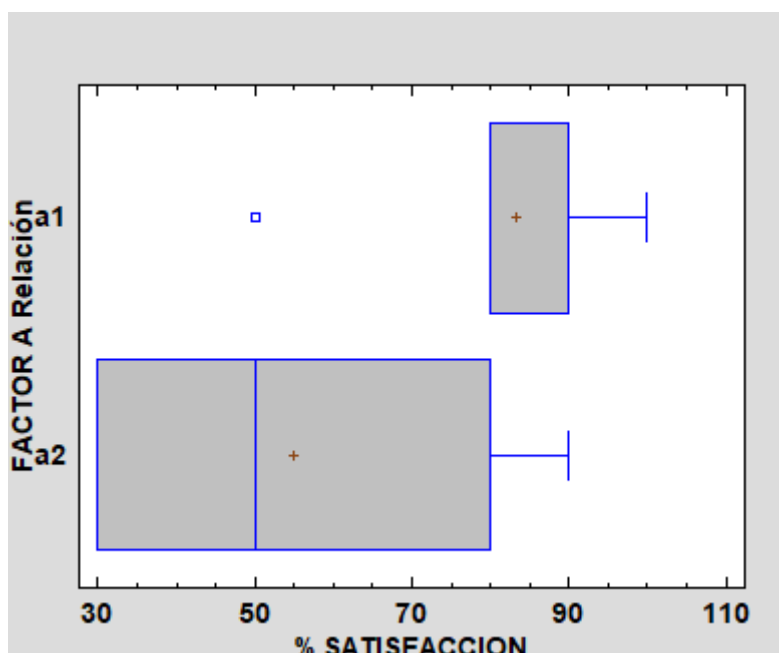


Figura 1 Diagrama de caja y bigotes de la interacción del Factor A con la variable de respuesta % Satisfacción

Elaborado por: Alcívar Suquilanda

Se realizó un gráfico de medias ya que este proporciona información necesaria para definir de qué manera influyen los factores en la variable de respuesta y cuál es el efecto de esta. Al obtener líneas paralelas es posible indicar que se trata de interacción altamente significativas lo cual da paso a tener un mejor análisis de los resultados obtenidos (**Buitrón & Ruales, 2023**). En cuanto a dicho análisis de medias en los factores (A,B) y % Satisfacción del consumidor se demostró como cambia este parámetro entre los niveles a1 y a2 en cada nivel del factor B. En la figura 3 se observa que existe una notable disminución en los niveles a1 / a2 para el factor b1 ya que en, en el nivel b2 (línea roja) la satisfacción del consumidor se acerca al 100% sin embargo en el nivel a2 la satisfacción baja a un porcentaje aproximado del 70%. Estos valores según lo establecido por **Cevallos (2022)**, refieren a que la adición

de AF al ser un polifenol otorga a la bebida en polvo sabores sensoriales que son llamativos ante la percepción del consumidor potenciando el sabor de la bebida y, por ende, se demostró una disminución en el nivel de satisfacción especialmente en b1 ya que este tratamiento únicamente se agregaron 5 mg de microencapsulado y por lo tanto esta disminución es más pronunciada que en los demás niveles. En resumen, la figura 3 demuestra que el % de satisfacción del consumidor disminuye de a1 – a2 dependiendo del nivel del factor B presentando diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza de 95%.

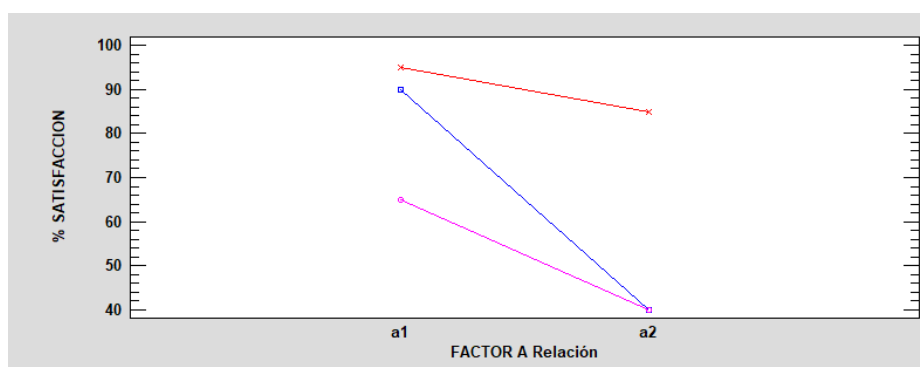


Figura 2 Gráfico de medias para el diseño experimental Ax B con la variable de respuesta %Satisfacción

Elaborado por: Alcivar Suquilanda

Con el fin de comparar los espectros obtenidos para el microencapsulado con los de la bebida en polvo con la adición de AF se realizó un análisis infrarrojo FTIR, demostrando que el compuesto activo se va a encontrar enmascarado por el polímero utilizado para microencapsular (maltodextrina) y, por ende, los picos representativos del polifenol no se observan hasta que el polvo haya sido reconstituido en agua. En base a ello, se evaluó la muestra a1b2 dando como resultado los espectros ideales en la bebida en polvo. En la figura 4a se observa el espectro de la bebida en polvo con la adición de AF después de ser reconstituida, donde se comparó con los resultados obtenidos por (Cevallos, 2022) (figura 4b) y se demostró la presencia de AF ya que tanto los anillos bencénicos como los grupos OH fenol aparecen por acción de la disolución en agua.

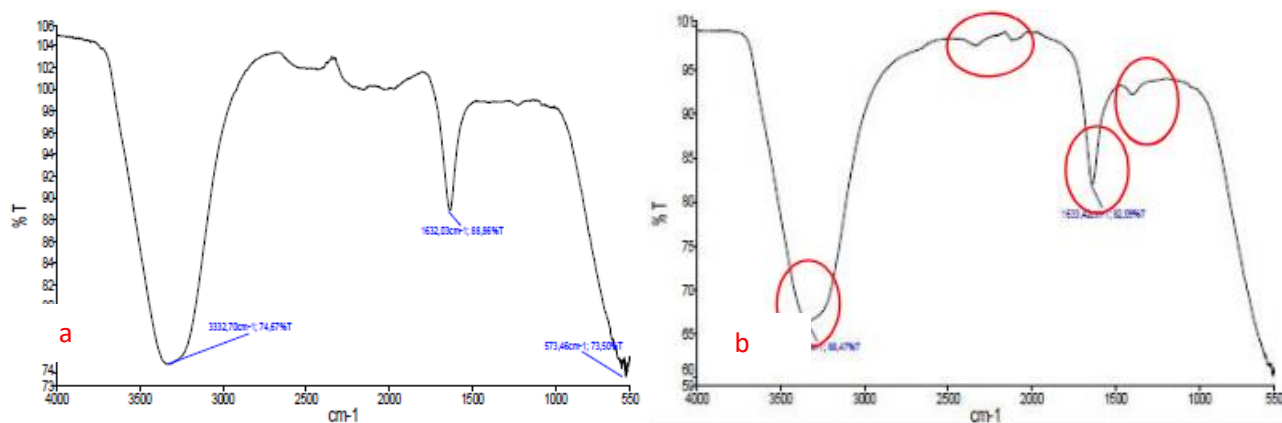


Figura 3 Comparación de espectros de bebida en polvo vs AF microencapsulado ambos reconstituidos en agua. 4a: Bebida en polvo con adición de AF microencapsulado reconstituida en agua. 4b: Acido ferúlico sin microencapsular obtenido de malta tipo Múnich **Fuente:** Cevallos, 2022

En la figura 5a se observa el espectro de la bebida en polvo con la adición de AF microencapsulado y al compararlo con la figura 5b obtenida en los resultados de **Cevallos (2022)** es notoria la presencia de AF como componente de la bebida ya que existen bandas representativas correspondientes al grupo OH carboxilo ($3280,83 \text{ cm}^{-1}$) y al grupo OH fenol $\sim 1387,80 \text{ cm}^{-1}$ lo que se contrasta con lo obtenido por **Buitrón & Ruales (2023)**, ya que se reportaron valores semejantes que van de $3324,47 \text{ cm}^{-1}$ para la banda correspondiente al grupo OH carboxilo y $1360,60 \text{ cm}^{-1}$ para la banda del grupo OH fenol

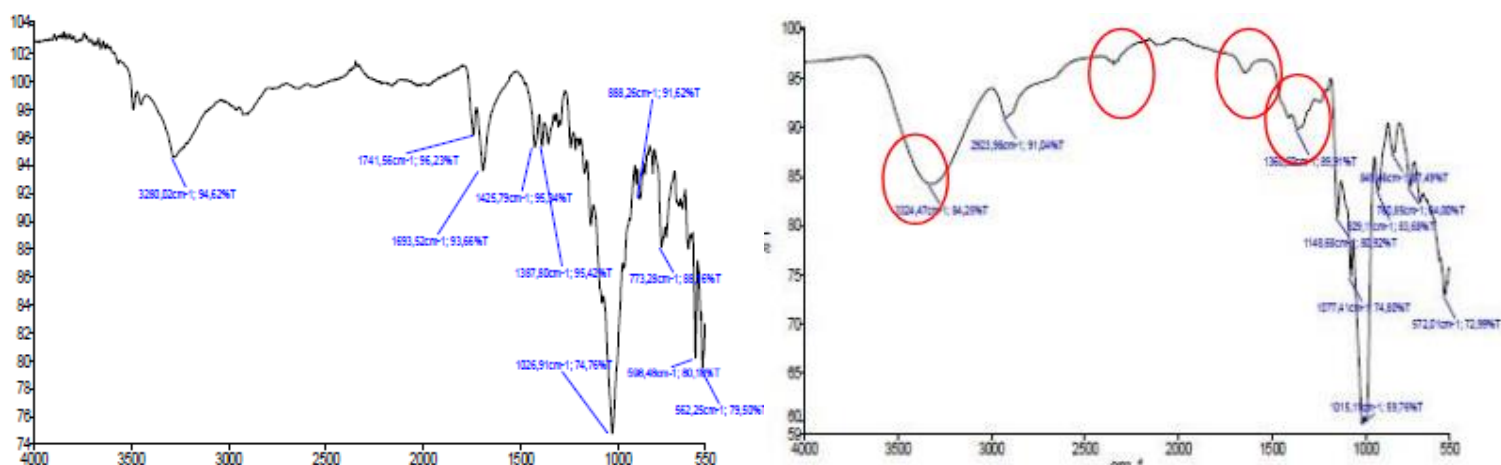


Figura 4 Comparación de espectros de bebida en polvo vs AF microencapsulado ambos sin ser reconstituidos en agua. 5a: Bebida en polvo con adición de AF microencapsulado 5b: Acido ferúlico microencapsulado obtenido de malta tipo munich (**Cevallos, 2022**).

De modo que se represente la existencia de AF como aditivo alimentario se evaluó su presencia en la figura 6 donde, al complementar con los estudios anteriores el espectro IFTR arroja con resultado la presencia del polifenol microencapsulado (línea negra) y su superposición con la bebida y los demás ingredientes (línea roja) destacando también la presencia del ácido cítrico el cual posee vibraciones similares a las del AF microencapsulado ya que según **Zduńska et al. (2018)**, ambos son compuestos orgánicos que pueden encontrarse en materiales vegetales lo que los hace compartir diversas semejanzas de interés tecnológico. En la figura 5 se observa que ambos al ser compuestos orgánicos poseen carbono en su estructura y son ampliamente utilizados como aditivos alimentarios. En el presente proyecto de investigación se resalta la importancia del ácido ferúlico como aditivo alimentario ya que según lo expuesto por **Salazar-López et al. (2023)**, sus propiedades antioxidantes catalizan la oxidación de los alimentos y al ser incluido en un producto como parte de la formulación, en conjunto con Ac. Cítrico se considera como un potente antioxidante que enfatiza sabores y aromas del producto elaborado otorgándole un valor agregado.

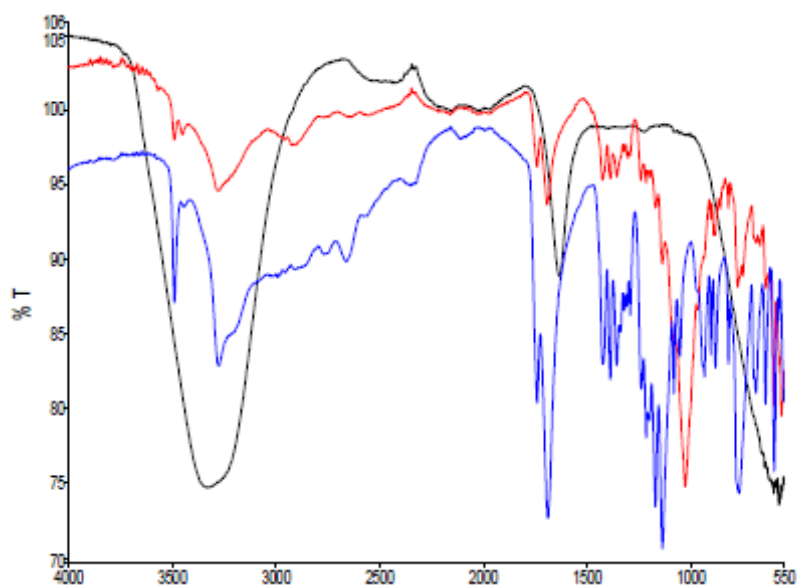


Figura 5 Ac. Cítrico (azul), bebida con adición de Ac. Ferúlico microencapsulado (negro) y bebida sin adición de AF (rojo) superpuestos.

Tomando como referencia el tratamiento que mejor se ajustó a él % de satisfacción del consumidor, se elaboró la formulación idónea para una bebida en polvo sabor a mandarina, los detalles para 7 g por porción se detallan a continuación (Tabla 8).

Tabla 8 Formulación de la mezcla de bebida en polvo con la adición de AF microencapsulado

Ingredientes	Gramos	%
Acesulfame-K	0.0931	1.33
Ácido cítrico	0.21	3.00
AF microencapsulado (10 mg)	0.001	0.14
Citrato de sodio	0.21	3.00
Colorantes artificiales	0.203	2.9
Fosfato tricálcico	0.1064	1.52
Goma arábica	0.2128	3.04
Maltodextrina	0.1064	1.52
Saborizante de mandarina	0.2485	3.55
Sucralosa	5.6	80.00
TOTAL	7	100

Elaborado por: Alcivar Suquilanda

Cada uno de los compuestos añadidos en la bebida el polvo cumple una función específica, misma que se detalla de la siguiente manera:

Acesulfame-k: Se caracteriza por acentuar el sabor ya que posee un alto poder edulcorante y no provoca sabores desagradables en la bebida, se considera como máximo una dosis de 600 mg/kg (NTE INEN CODEX 192, 2013).

Ácido cítrico: Se encarga de regular la acidez y añade un ligero sabor dulce al producto. Se estima que la dosis máxima es de 3000 mg/kg (NTE INEN CODEX 192, 2013).

AF microencapsulado: Se empleo para el enriquecimiento de la bebida como antioxidante altamente efectivo que, además, potencia los sabores y colores de la bebida y cumple el papel de conservante (Cevallos, 2022).

Citrato de sodio: Permite controlar la acidez del producto regulando el pH del mismo (Badui, 2006).

Colorantes artificiales: Aporte un ligero color naranja siendo la dosis máxima de 5000 mg/kg (NTE INEN CODEX 192, 2013).

Fosfato tricálcico: Cumple la función de anti humectante, es decir, evita que las partículas tanto del microencapsulado como de la bebida se apelmacen permitiendo que estas fluyan de forma correcta (Badui, 2006).

Sabor a mandarina: Intensificó el sabor de la bebida, otorgándole características organolépticas deseadas.

Sucralosa: Considerado como edulcorante artificial, se encarga de dar el sabor dulce característico de la bebida siendo la dosis máxima 300 mg/kg.

3.1.4 Evaluar las propiedades físico químicas, microbiológicas y sensoriales de la bebida con la adición de AF

Tabla 9 Resultado de los análisis fisicoquímicos de la bebida con la adición de AF

Parámetros	Requisito (mínimo)	Valor obtenido
Humedad (%)	5,00	3,44
pH (Bebida reconstituida)	4,20	3,04
Densidad (g/ml)	-	1,05
Cenizas (%)	-	2,38
Brix (Bebida reconstituida)	-	16,0
Acidez titulable (%)	0,6	0,416

Elaborado por: Alcívar Suquilanda

Se realizaron las evaluaciones de las propiedades fisicoquímicas de la bebida con la adición de AF (Tabla 9). Los valores obtenidos de la Humedad (3.44), pH (3.04) y acidez titulable (0.416) cumplen con los requisitos establecidos por **NTE INEN 2471 (2010)**, que especifica límites máximos 5 para Humedad, 4.20 para pH y 0.6 para acidez titulable. Esto evidencia que el producto elaborado tiene parámetros correctos de acuerdo a las buenas prácticas de fabricación.

Dentro de la importancia de las propiedades fisicoquímicas que se reportaron para el producto, la densidad es una de las más importantes ya que incluye todo el material poroso del producto el cual no se ha modificado de forma estructural (**García & Chumpitaz, 2019**). Según lo establecido por **Pacheco (2022)**, este parámetro permite conocer la forma en la que las partículas se acomodan y permiten calcular el espacio geométrico ocupado por la bebida en polvo (Figura 6).

Por otro lado, **Gómez & Cantillo (2023)**, confirma que los Brix de la bebida deben centrarse entre 12 y 20 grados por lo que en su estudio reportó 18 Brix lo cual se asemeja al valor obtenido en la investigación. Así también, los valores reportados en la bebida reconstituida coincidieron con lo arrojado en los estudios de **Pacheco (2022)**, donde se manifiesta que los valores obtenidos permiten una mejor conservación del producto.



Figura 6 Polvos obtenidos de la bebida en polvo sabor mandarina y ácido ferúlico microencapsulado (de izquierda a derecha).

3.1.4.1. Análisis microbiológico de la bebida instantánea en polvo con la adición de AF

En el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos LACONAL se evaluó la bebida en polvo con la adición de AF para su verificación en cuanto al cumplimiento de la calidad microbiológica. De acuerdo con lo establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2471 para considerar el producto como inocuo no debe existir presencia de mohos ni levaduras. Por ende, como se observa en la Tabla 10, no existió contaminación por parte de dichos microorganismos lo que demuestra que la concentración tanto de sólidos totales, azúcares y nivel de acidez es la adecuada y además, la adición de AF indica su capacidad de inhibición de microorganismos.

Tabla 10 Resultado de los análisis microbiológicos de la bebida con la adición de AF

Parámetros	Valor obtenido	Requisito (Mínimo / Máximo)
Mohos	<10 UFM/g	100 - 1000 UFC/g
Levaduras	<10 UFL/g	100 - 1000 UFC/g

*Resultados obtenidos en el análisis expresado por LACONAL

Elaborado por: Alcívar Suquilanda

3.1.4.2. Análisis sensorial de la bebida instantánea en polvo con la adición de AF

Se estableció la aceptación de la bebida en polvo a partir de un análisis sensorial aplicado a distintos catadores a través de su percepción de sentidos. Los criterios establecidos para el análisis se centraron en una escala hedónica con 5 puntos a evaluar (Tabla 11) de los cuales en la bebida en polvo se obtuvo un 81,7% de aceptabilidad para el tratamiento A1B2 (1;20 – 10 mg AF) demostrando que la aceptación del consumidor hacia el producto es alta (Figura 7).

Tabla 11 Criterios de aceptabilidad

Puntaje	Grado de Aceptabilidad
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta poco
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta poco
5	Me gusta mucho

Elaborado por: Alcívar Suquilanda

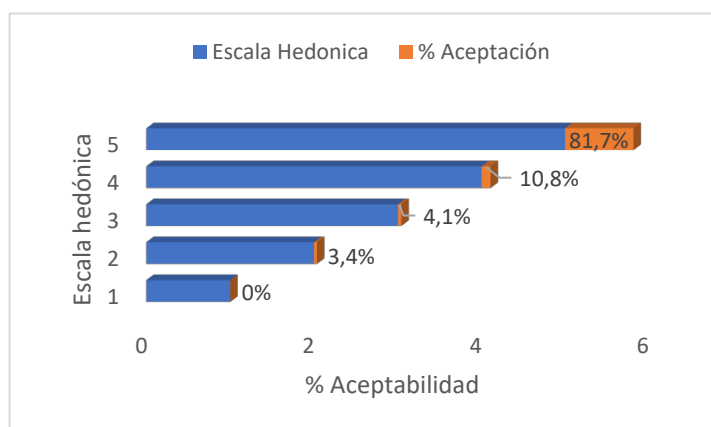


Figura 7 Porcentaje de aceptabilidad de la bebida con la adición de AF (polvo)

Por otro lado, se evaluó las propiedades sensoriales de la bebida con la adición de AF reconstituida en agua obteniendo los resultados que se reportan en la Figura 8. En el análisis se demostró que al 92,1% de catadores les gusto mucho la bebida en polvo reconstituida con AF sabor a mandarina siendo del agrado sensorial del consumidor debido a sus características atractivas que al tener la adición del antioxidante se potencian los sabores y para los jueces tiende a ser más llamativa, incluso por su valor agregado.

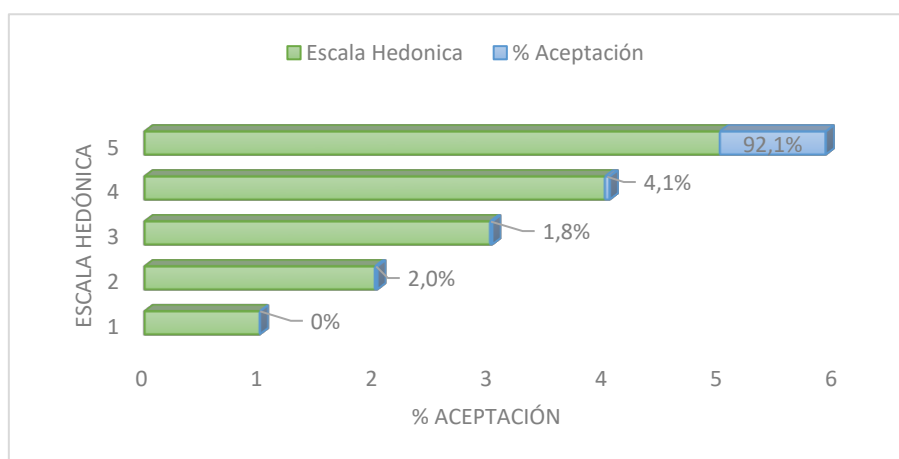


Figura 8 Porcentaje de aceptabilidad de la bebida con la adición de AF (reconstituida)

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- A partir del método DPPH se determinó la capacidad antioxidante de Ácido Ferúlico microencapsulado extraído a partir de malta tipo Múnich en matrices de maltodextrina donde se obtuvo 87,05% de inhibición al compuesto y AA 480,85 [umol Trolox/100 g muestra] demostrando que se trata de un polifenol de alto interés antioxidante lo que permitió incluirlo como ingrediente bioactivo en la formulación de una bebida instantánea en polvo.
- Mediante el diseño experimental AxB se demostró que el tratamiento A1B2; relación 1:10 (Bebida en polvo: mg AF) y 10 mg de AF fue el que presentó un mayor porcentaje de satisfacción en el consumidor refiriendo a la adición de AF como un polifenol que otorgó a la bebida en polvo sabores sensoriales llamativos ante la percepción del consumidor potenciando el sabor de la bebida. Se integró 10 mg de AF microencapsulado a la bebida instantánea en polvo con contenido neto de 7 g lo que corresponde a 480,85 umol Trolox/100g de microencapsulado otorgándole al AF el 0,14% de la formulación total, catalogándolo según la NTE INEN 2471 como aditivo alimentario con la finalidad de enriquecer la bebida y darle valor agregado a la capacidad antioxidante.
- En la caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial se reportaron valores de 3,4 de pH, 0,416 de acidez (expresada en Ac. Cítrico) y 16 °Brix de la bebida reconstituida en agua contrastándolo con los valores establecidos en la NTE INEN 2471 y demostrando que se encuentra en el rango establecido para productos en polvo y, además, se obtuvo la aceptación del 92,1% de consumidores en el producto reconstituido en agua consolidando la bebida como un producto de alto interés comercial.

4.2 Recomendaciones

- De modo que se reconozca al AF microencapsulado como aditivo alimentario con alto potencial antioxidante se recomienda incluirlo en otros productos de carácter alimenticio donde pueda formar parte de la formulación del mismo.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- Arancibia, A., Aceves, A., Herrera, R., & Maria, A. (2020). Procedimiento para purificar ácido ferúlico y/o sales del mismo (Patent Núm. ES:2791295:T3). En *Patent* (ES:2791295:T3). <https://patents.google.com/patent/ES2791295T3/es>
- Arteaga, A., & Arteaga, H. (2016). Optimization of the antioxidant capacity, anthocyanins and rehydration in powder of cranberry (*Vaccinium corymbosum*) microencapsulated with mixtures of hydrocolloids. *Scientia agropecuaria*, 7, 191–200. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.05>
- Badui, S. (2006). *Química de Los Alimentos*. Pearson Publications Company.
- Benítez-Estrada, A., Villanueva-Sánchez, J., González-Rosendo, G., Alcántar-Rodríguez, V. E., Puga-Díaz, R., & Quintero-Gutiérrez, A. G. (2020). Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP). *Tip revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 23. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.244>
- Bonilla, L. (2014). *Efecto de tratamientos antioxidantes en dos medios de cultivo en el establecimiento in vitro de Fragaria x ananassa a partir de la siembra apolar de láminas foliares* [Escuela Agrícola Panamericana]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/4e9663a8-0913-482f-9fa2-6def9a75a5b5/content>
- Bucci, P. L., Santos, M. V., Montanari, J., & Zaritzky, N. (2020). Encapsulación en liposomas de ácido ferúlico obtenido de residuos de bagazo cervecero para su

utilización en tratamientos dérmicos. *CIDCA*.

<http://repositorio.umaza.edu.ar/handle/00261/2600>

Buitron, F., & Ruales, J. (2023). Desarrollo de una bebida soluble antioxidante con base en tomate de árbol (*Solanum betacea*) para deportistas. *CEDAMAZ*, 13(1), 1–7.

<https://doi.org/10.54753/cedamaz.v13i1.1721>

Calva-Estrada, S. J., Lugo-Cervantes, E., & Jiménez-Fernández, M. (2019).

Microencapsulation of cocoa liquor nanoemulsion with whey protein using spray drying to protection of volatile compounds and antioxidant capacity. *Journal of Microencapsulation*, 36(5), 447–458. <https://doi.org/10.1080/02652048.2019.1638463>

Casanova, F., De, E., & Hordeum Vulgare, C. (2008). Vista de EVALUACIÓN DEL POLVILLO DE MALTA DE CEBADA, Hordeum vulgare, COMO INSUMO ALIMENTICIO PARA GAMITANA (*Colossoma macropomum*). *Colossoma macropomum*). *Foua Amazónica*, 17(1–2), 15–22.

Castañeda López, C. C. C., Moreno, J. M., Colinas León, T. B., Hernández, A., & Crecimiento Y Desarrollo De Cebada, Y. (2004). CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE CEBADA Y TRIGO GROWTH AND DEVELOPMENT OF BARLEY AND WHEAT. *Artículo Científico Rev. Fitotec. Mex*, 27(2), 167–175.

Cevallos, V. (2022). *Extracción y microencapsulación de ácido ferúlico a partir de los residuos agroindustriales de bagazo de malta de cebada como potencial antioxidante* [Universidad Técnica de Ambato].

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/36536>

Chateigner, A., & Saulnier, L. (2022). Ferulic and coumaric acids in the cereal grain: Occurrence, biosynthesis, biological and technological functions. En *Advances in Botanical Research* (pp. 169–213). Elsevier.

- Desai, N. M., Haware, D. J., Basavaraj, K., & Murthy, P. S. (2019). Microencapsulation of antioxidant phenolic compounds from green coffee. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 49(4), 400–406. <https://doi.org/10.1080/10826068.2019.1575858>
- Fărcaș, A., Tofană, M., Socaci, S., Mudura, E., Scrob, S., Salanță, L., & Mureșan, V. (2014). Brewers' spent grain – A new potential ingredient for functional foods. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*.
https://www.researchgate.net/publication/279199336_Brewers'_spent_grain-A_new_potential_ingredient_for_functional_foods
- Fernández, S. (2014). *Estudio de la encapsulación y aplicación en panificación de extractos supercríticos de salvado de trigo* [Universidad de Valladolid].
<http://uvadoc.uva.es/handle/10324/6517>
- Gan, R.-Y., Shah, N. P., Wang, M.-F., Lui, W.-Y., & Corke, H. (2017). *Lactobacillus plantarum* WCFS1 fermentation differentially affects antioxidant capacity and polyphenol content in mung bean (*Vigna radiata*) and soya bean (*Glycine max*) milks: Antioxidant polyphenols in fermented bean milks. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1), e12944. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12944>
- García, A. (2011). *Evaluación in vitro/in vivo de propiedades antioxidantes de clones promisorios de papa criolla (Solanum phureja)* [Universidad Nacional de Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11267/andreaelisagarciamirez.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garcia Molero, W. N., & Chumpitaz Huanqui, G. P. (2019). *Desarrollo y optimización de una bebida nutricional instantánea a base de harina extruida de la torta de sachu inchi (plukenetia volubilis l.) y harina extruida de la torta de castaña (bertholletia excelsa)''*. Universidad Nacional del Callao.

- Gomez, E., & Cantillo, K. (2023). *Determinación del valor biológico de las proteínas presente en una mezcla soluble para bebidas, elaborada a partir de semilla de girasol (helianthus annuus l.), avena (avena sativa l.) Y arroz (oryza sativa) en el municipio de Sabana de torres - Santander* [Universidad Industrial de Santander].
<https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/12347>
- González, A., & García, J. A. (2023). Actividad antioxidante frente al radical libre DPPH y contenido total de compuestos fenólicos en el aceite de palma con mayor contenido de ácido oleico (Coari × La Mé).
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/14081/13936>.
- Hernández, R. (2013). *EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIBACTERIANA DE ÁCIDO FERÚLICO Y FERULATO DE ETILO EN CARNE FRESCA DE RES* [Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.].
<https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/332/1/HERNANDEZ-AMEZQUITA-R13.pdf>
- Huet, C. (2017). *Métodos Analíticos para la Determinación de Antioxidantes en Muestras Biológicas* [UNIVERSIDAD COMPLUTENSE].
<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/CRISTINA%20HUET%20BRE%C3%91A.pdf>
- Jurado, S. (2018). *Aprovechamiento del bagazo de malta de cebada como insumo en la elaboración de una barra de cereales alta en fibra* [Universidad Técnica del Norte].
<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7888>
- Latorre, M. (2016). *POLIFENOLES DE LA UVA* [UNIVERSIDAD COMPLUTENSE].
<https://hdl.handle.net/20.500.14352/66507>

- Llanes, E., & Feregrino, A. (Eds.). (2024). *RESIDUOS AGROINDUSTRIALES COMO FUENTES DE COMPUESTOS ANTIOXIDANTES* (Vol. 1). Revista de Ingeniería en Industrias Alimentarias.
https://revistaiia.mx/documentos/Prueba%20C_RIIA_2024_1_01.pdf
- Maoka, T., Tanimoto, F., Sano, M., Tsurukawa, K., Tsuno, T., Tsujiwaki, S., Ishimaru, K., & Takii, K. (2008). Effects of dietary supplementation of ferulic acid and .GAMMA.-oryzanol on integument color and suppression of oxidative stress in cultured red sea bream, *Pagrus major*. *Journal of oleo science*, 57(2), 133–137.
<https://doi.org/10.5650/jos.57.133>
- Maruyama, H., Kawakami, F., Lwin, T.-T., Imai, M., & Shamsa, F. (2018). Biochemical characterization of ferulic acid and caffeic acid which effectively inhibit melanin synthesis via different mechanisms in B16 melanoma cells. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 41(5), 806–810. <https://doi.org/10.1248/bpb.b17-00892>
- Molina Castillo, M. C., Varela García, N., Jaramillo Yepes, F., Valencia Naranjo, A., Gómez Velásquez, S., & Agudelo Martínez, M. A. (2024). Caracterización fisicoquímica, nutricional y sensorial de dos complementos alimenticios biofortificados. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 74(1), 10–21. <https://doi.org/10.37527/2024.74.1.002>
- Muñoz Jáuregui, A. M., Ramos-Escudero, D. F., Alvarado-Ortiz Ureta, C., & Castañeda Castañeda, B. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73(3), 142–149.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000300003

- Mussatto, S. I., Dragone, G., & Roberto, I. C. (2006). Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science*, 43(1), 1–14.
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2005.06.001>
- NTE INEN CODEX 192. (2013). *NORMA GENERAL DEL CÓDEX PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS (MOD)*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Oyarzo, V. (2023). *Optimización de la extracción de compuestos antioxidantes desde hojas de Salvia hispanica L de dos fenotipos distintos utilizando extracción por solvente acelerado en distintas etapas morfológicas*. UNIVERSIDAD DE CHILE.
- Pacheco, L. (2022). *Evaluación del potencial antioxidante del extracto de Margyricarpus pinnatus (Lam.) Kuntze microencapsulado mediante secado por aspersión y su uso en la formulación de una bebida instantánea* [Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/36054>
- Parra Huertas, R. A. (2011). *Revisión: Microencapsulación de Alimentos* [Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.].
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v63n2/a20v63n01.pdf>
- Pérez-Nájera, V. C., Lugo-Cervantes, E. C., Gutiérrez-Lomelí, M., & Del-Toro-Sánchez, C. L. (2013). EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS DE LA CÁSCARA DE LIMA (*Citrus limetta* Risso) Y DETERMINACIÓN DE SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE. *Biotechnia*, 15(3), 18. <https://doi.org/10.18633/bt.v15i3.153>
- Rojas -Llanes, J. P., Martínez, J. R., & Stashenko, E. E. (2014). CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS DE MORA (*Rubus glaucus* Benth) OBTENIDOS BAJO DIFERENTES CONDICIONES. *Revista Vitae*, 21(3), 218–227.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042014000300007

Salazar-López, N. J., Enríquez-Valencia, S. A., Zuñiga Martínez, B. S., & Gustavo A.

González-Aguilar, G. A. (2023). Residuos agroindustriales como fuente de nutrientes y compuestos fenólicos. *Epistemos*, 17(34).

<https://doi.org/10.36790/epistemos.v17i34.265>

Terraza Pira, M. F. (2013). *Recuperación de ácido ferúlico a partir del licor de cocimiento (Nejayote) del proceso tradicional de nixtamalización del maíz blanco* / [Universidad de San Carlos]. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/USAC.580506>

Torralba González, A. (2014). *Obtención y análisis termodinámico de los complejos de inclusión ácido ferúlico-ciclodextrinas* [Universidad Tecnológica de la Mixteca].

<http://repositorio.utm.mx:8080/jspui/handle/123456789/64>

Torrente, S. (2019). *Aprovechamiento de los subproductos generados en la industria cervecera* [UNIVERSIDAD COMPLUTENSE].

<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/SANDRA%20ESTEBAN%20TORRENTE.pdf>

Valladares, G. (2006). *Recuperación de ácido ferúlico de subproductos y desechos de la industria de la tortilla* [Universidad Autónoma de Nuevo León].

<http://eprints.uanl.mx/id/eprint/21245>

Zamora S, J. D. (2007). Antioxidantes: Micronutrientes en Lucha Por la Salud. *Revista Chilena de Nutricion: Organo Oficial de La Sociedad Chilena de Nutricion,*

Bromatologia y Toxicologia, 34(1). <https://doi.org/10.4067/s0717-75182007000100002>

Zavaleta, J., Muñoz, A. M., Blanco, T., Alvarado-Ortiz, C., & Loja, B. (2005). Capacidad antioxidante y principales ácidos fenólicos y flavonoides de algunos alimentos.

Horizonte médico, 5(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371637113004>

Zduńska, K., Dana, A., Kolodziejczak, A., & Rotsztein, H. (2018). Antioxidant properties of ferulic acid and its possible application. *Skin Pharmacology and Physiology*, 31(6),

332–336. <https://doi.org/10.1159/000491755>

ANEXOS

Anexo I Resultados obtenidos para la capacidad antioxidante de AF microencapsulado

Extracto	Absorbancia	Inhibición	Concentración	Concentración Real
dilucion 1 en 10	0,0909	91,2388433	505,609003	5056,09003
dilucion 1 en 10	0,0902	91,3887897	506,495211	5064,95211
dilucion 1 en 10	0,0807	93,4237772	518,522324	5185,22324
dilucion 1 en 10	0,08	93,5737237	519,408532	5194,08532
dilucion 1 en 10	0,078	94,0021421	521,940556	5219,40556
dilucion 1 en 10	0,077	94,2163513	523,206568	5232,06568
dilucion 1 en 20	0,13	82,8632631	456,107938	9122,15876
dilucion 1 en 20	0,138	81,1495894	445,979843	8919,59686
dilucion 1 en 20	0,143	80,0785434	439,649784	8792,99567
dilucion 1 en 20	0,154	77,7222421	425,723653	8514,47306
dilucion 1 en 20	0,165	75,3659407	411,797522	8235,95044
dilucion 1 en 20	0,172	73,8664763	402,935439	8058,70878

Anexo II Valores obtenidos por espectrofotometría UV/VIS en el análisis DPPH

ABS	1	2	3	4	5	6
50	0,436	0,424	0,452	0,414	0,473	0,462
100	0,484	0,476	0,41	0,434	0,479	0,48
200	0,258	0,326	0,283	0,305	0,267	0,271
300	0,204	0,223	0,2	0,211	0,196	0,245
400	0,145	0,153	0,13	0,144	0,14	0,164
500	0,11	0,128	0,121	0,119	0,129	0,131
B	0,048	0,053	0,051	0,049	0,05	0,049
C	0,497	0,523	0,527	0,519	0,515	0,52

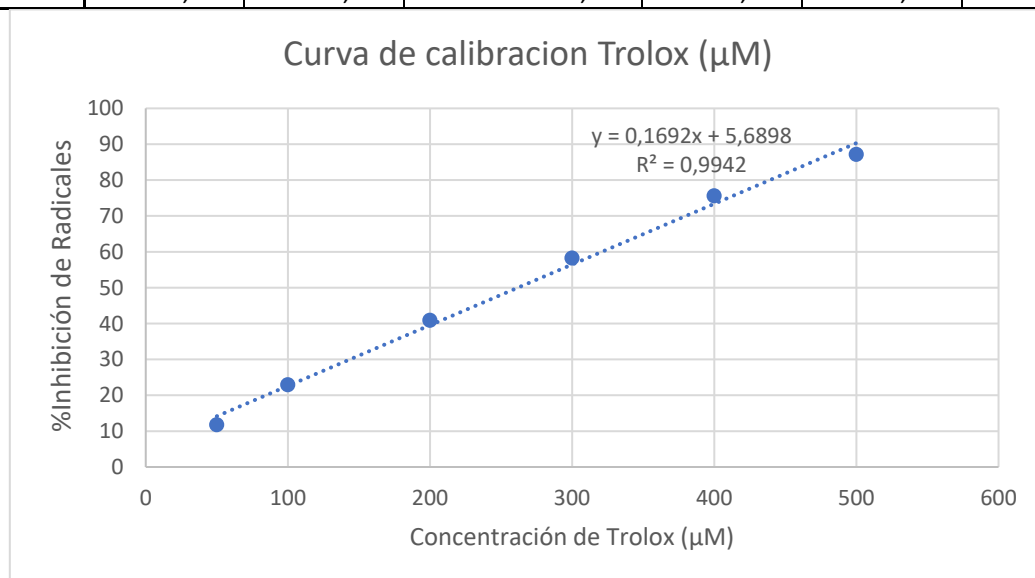


Figura 9 Curva de calibración de Trolox

Elaborado por: Alcívar Suquilanda

Anexo III Análisis de varianza para la formulación de una bebida instantánea en polvo según el % de satisfacción

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:FACTOR A Relación	2408,33	1	2408,33	15,21	0,0080
B:FACTOR B [AF]	2916,67	2	1458,33	9,21	0,0148
INTERACCIONES					
AB	816,667	2	408,333	2,58	0,1555
RESIDUOS	950,0	6	158,333		
TOTAL (CORREGIDO)	7091,67	11			

Elaborado por: Alcivar Suquilanda [Statgraphics 64.0]

Anexo IV Datos obtenidos para el diseño experimental AxB con variable de respuesta % de satisfacción

PARTICIPANTE	BEBIDA (código)	TRATAMIENTOS	SATISFACCIÓN
A	VMJ1	A1B1 POLVO	100
B	VMJ2	A2B1 POLVO	60
C	MLF1	A1B2 POLVO	100
D	MLF2	A2B2 POLVO	80
E	VLB1	A1B3 POLVO	60
F	VLB2	A2B3 POLVO	40
G	ONC1	A1B1 RECONST	80
H	ONC2	A2B1 RECONST	20
I	ALG1	A1B2 RECONST	100
J	ALG2	A2B2 RECONST	80
K	YCC1	A1B3 RECONST	80
L	YCC2	A2B3 RECONST	40
L	VMJ1	A1B1 POLVO	80
K	VMJ2	A2B1 POLVO	40
J	MLF1	A1B2 POLVO	80
I	MLF2	A2B2 POLVO	40
H	VLB1	A1B3 POLVO	40
G	VLB2	A2B3 POLVO	60
F	ONC1	A1B1 RECONST	100
E	ONC2	A2B1 RECONST	40
D	ALG1	A1B2 RECONST	100
C	ALG2	A2B2 RECONST	100
B	YCC1	A1B3 RECONST	80
A	YCC2	A2B3 RECONST	20

Anexo V Datos obtenidos en el análisis sensorial aplicado a 12 participantes para la bebida en polvo y bebida reconstituida

BEBIDA EN POLVO			
NIVEL DE SATISFACCIÓN A1B1			
PARTICIPANTE	R1	R2	
a	5		
l		4	90
NIVEL DE SATISFACCIÓN A2B1			
b	3		
k		2	50
NIVEL DE SATISFACCIÓN A1B2			
c	5		
j		4	90
NIVEL DE SATISFACCIÓN A2B2			
d	4		
i		2	80
NIVEL DE SATISFACCIÓN A1B3			
e	3		
h		2	50
NIVEL DE SATISFACCIÓN A2B3			
f	2		
g		3	50

BEBIDA RECONSTITUIDA			
NIVEL DE SATISFACCIÓN A1B1			
PARTICIPANTE	R1	R2	
g	4		
f		5	90
NIVEL DE SATISFACCIÓN A2B1			
h	1		
e		2	30
NIVEL DE SATISFACCIÓN A1B2			
i	5		
d		5	100
NIVEL DE SATISFACCIÓN A2B2			
j	4		
c		5	90
NIVEL DE SATISFACCIÓN A1B3			
k	4		
b		4	80
NIVEL DE SATISFACCIÓN A2B3			
l	2		
a		1	30

Anexo VI Análisis de mohos y levaduras de la bebida en polvo

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con acreditación N°: SAE LEN 10-008

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 24-053		H01-7.4.02				
Solicitud N°: 24-053		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción:	24 de Abril de 2024	Fecha de ejecución de ensayos: 24 al 29 de Abril de 2024				
Información del cliente:						
Empresa:	C.L.R.U.C.	1805015847				
Representante:	Mishel Saquilanda	Tel: 0998263094				
Dirección:	Ambato	Email: msquilanda5847@uta.edu.ec				
Ciudad:	Ambato					
Descripción de las muestras:						
Producto:	Ácido ferúlico	Peso: 12g				
Marcas comerciales:	n/a	Tipo de envase: papel aluminio				
Lote:	n/a	No de muestras: una				
F. Elb.: n/a		F. Exp.: n/a				
Conservación:	Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: n/a				
Cierre seguridad:	Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 22 de Abril de 2024				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Ácido ferúlico	053024126	Ninguno	Mohos, Petrifilm	PE-02-7.2-MB AOAC 997.02, Ed. 22, 2023	UPE/g	10 (e)
			Levaduras, Petrifilm	PE-02-7.2-MB AOAC 997.02, Ed. 22, 2023	UPE/g	10
Conds. Ambientales: 22,3°C; 49,1%HR						
Nota: El resultado marcado con (e) es valor estimado de conteo, en la dilución más baja.						
			 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad			
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 30 de Abril de 2024						
<small>Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados obtenidos en base a la muestra suministrada por el cliente. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento legal. Solo se permite la reproducción en fines de lucro y haciendo referencia a la fuente. "La información que se está consultando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser utilizada. Si usted no es el destinatario de esta información no recomendamos su divulgación. La divulgación o el uso del mismo para cualquier otro propósito, sin la autorización expresa del proveedor legal, es estrictamente prohibido."</small>						

Anexo VII Hoja de cata para análisis de resultados prueba afectiva y prueba de aceptabilidad bebida en polvo y bebida reconstituida

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología
Carrera de Alimentos

Hoja de Respuestas para Prueba Afectiva

Método: Escala Hedónica

“Efecto de la adición de ácido ferúlico microencapsulado en la formulación de una bebida instantánea”

Nombre: _____ **Edad:** ____ **Fecha:** _____

Instrucciones: Frente a usted hay dos muestras de bebida, pruébela e indique su nivel de agrado seleccionando con una **X** el puntaje en la escala que mejor describa lo que usted siente por la muestra de acuerdo con cada uno de sus atributos.

CARACTERISTICAS	Alternativa	Muestra de Bebida Instantánea	
		Muestra 1 (VMJ12)	Muestra 2 (VMJ08)
OLOR	1.Me disgusta mucho		
	2.Me disgusta poco		
	3.No me gusta ni me disgusta		
	4.Me gusta poco		
	5.Me gusta mucho		
COLOR	1.Me disgusta mucho		
	2.Me disgusta poco		
	3.No me gusta ni me disgusta		
	4.Me gusta poco		
	5.Me gusta mucho		
SABOR	1.Me disgusta mucho		
	2.Me disgusta poco		
	3.No me gusta ni me disgusta		
	4.Me gusta poco		
	5.Me gusta mucho		
APARIENCIA	1.Me disgusta mucho		
	2.Me disgusta poco		
	3.No me gusta ni me disgusta		
	4.Me gusta poco		
	5.Me gusta mucho		

Comentarios:

_____.

¡Gracias por su colaboración!

Anexo VIII Proceso de análisis de actividad antioxidante de ácido ferúlico y FTIR



Figura 10 *A; Disolución 1:10 y 1:20 para AF microencapsulado. B; Preparación de la placa de 96 pocillos. C; Análisis por espectrofotometría UV VIS. D; Preparación y Homogeneización de muestra para análisis FTIR. E y F; Análisis infrarrojo de todos los componentes de la bebida en polvo y AF microencapsulado.*

Anexo IX Proceso de evaluación de propiedades fisicoquímicas y microbiológicas



Figura 11 Proceso de análisis de muestras de AF microencapsulado y bebida en polvo con adición de AF para parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Anexo X Evaluación sensorial de bebida en polvo con adición de AF reconstituida y sin reconstituir



Figura 12 *A; Muestras para análisis sensorial bebida reconstituida en agua con adición de AF microencapsulado. B; Muestras para análisis sensorial para bebida en polvo con adición de AF microencapsulado. C; Preparación de muestra en polvo. D; Preparación bebida reconstituida. E; Instrucciones para el análisis sensorial de las bebidas en polvo y reconstituida con la adición de AF microencapsulado.*

Anexo XI Etiqueta de la bebida en polvo con la adición de AF



7 gramos

Con extracto de ácido ferúlico microencapsulado