

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

Obtención y caracterización de una bebida funcional de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) variedad amarilla, a partir del fermentado en estado sólido por *Pleurotus ostreatus*

Presentado por:
Shierly Medina Pérez

Para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial

Abancay, Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

**"OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE ARRACACHA
(ARRACACIA XANTHORRHIZA BANCROFT) VARIEDAD AMARILLA, A PARTIR DEL
FERMENTADO EN ESTADO SÓLIDO POR *PLEUROTUS OSTREATUS*"**

Presentado por **Shierly Medina Pérez**, para optar el Título de:
Ingeniero Agroindustrial

Sustentado y aprobado el 05 de octubre del 2022, ante el jurado evaluador:

Presidente:

Dra. Guadalupe Chaquilla Quilca

Primer Miembro:

Ing. Lourdes Salcedo Sucasaca

Segundo Miembro:

Mg. Saúl Moreano Carrasco

Asesor:

Mg. Luis Fernando Pérez Falcón

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme salud, vida y guiarme para alcanzar uno de mis metas trazadas cumpliendo satisfactoriamente.

A mi asesor de tesis, Mg. Luis Fernando Pérez Falcón por su asesoría, motivación y apoyo incondicional durante todo el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A los responsables de laboratorio, quienes me guiaron y orientaron en el manejo de los equipos.

A los miembros del jurado evaluador, por sus sugerencias para la mejor redacción del informe final de tesis

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi padre Gilberto Medina Ayquipa porque fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, por su comprensión, apoyo incondicional, moral y económico; y a mi madre Beatriz pese a todas las circunstancias, y a mi persona por ser persistente para ejecutar y culminar satisfactoriamente la tesis.



“Obtención y caracterización de una bebida funcional de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) variedad amarilla, a partir del fermentado en estado sólido por *Pleurotus ostreatus*”

Línea de investigación: Caracterización, desarrollo de procesos e innovación en la agroindustria

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Enunciado del Problema	4
1.2.1 Problema general	4
1.2.2 Problemas específicos	5
1.2.3 Justificación de la investigación	5
CAPÍTULO II	7
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	7
2.1 Objetivos de la investigación	7
2.2.1 Objetivo general	7
2.2.2 Objetivos específicos	7
2.2 Hipótesis de la investigación	7
2.2.3 Hipótesis general	7
2.2.4 Hipótesis específicas	8
2.3 Operacionalización de variables	9
CAPÍTULO III	11
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	11
3.1 Antecedentes	11
3.2 Marco teórico	13
3.2.1 Arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancroft)	13
3.2.1.1 Variedades de la arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancroft)	13
3.2.1.2 Descripción botánica	13
3.2.1.3 Descripción taxonómica	14
3.2.1.4 Composición química de la arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancroft) ...	15
3.2.1.5 Usos y propiedades de la arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancroft)	16
3.2.2 <i>Pleurotus ostreatus</i>	18
3.2.2.1 Descripción Botánica de <i>Pleurotus ostreatus</i>	19
3.2.2.2 Descripción taxonómica de <i>Pleurotus ostreatus</i>	20
3.2.2.3 Composición química de <i>Pleurotus ostreatus</i>	22
3.2.2.4 Generalidades para su cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	22
3.2.3 Fermentación	23
3.2.3.1 Proceso de fermentación	23



A.1) Fermentación en estado sólido (FES)	24
A.2) Fermentación Semi Sólida (FSS).....	27
A.3) Fermentación Sumergida (FS)	27
A.4) Fermentación Líquida (FL).....	27
3.2.4 Alimento.....	27
3.2.5 Alimento funcional	27
3.2.6 Bebida	28
3.2.7 Bebida funcional	29
3.2.7.1 Clasificación de bebidas funcionales	30
3.2.7.2 Ventajas de la bebida funcional.....	32
3.2.8 Compuestos bioactivos.....	32
3.2.8.1 Capacidad antioxidante	32
3.2.8.2 Polifenoles totales	33
3.2.9 Azúcares Reductores	33
3.2.10 Espectro fotómetro infrarrojo (FTIR).....	34
3.2.11 Evaluación sensorial.....	34
3.2.11.1 Método Check-all-that-apply (CATA).....	35
3.3 Marco conceptual.....	35
CAPÍTULO IV	37
METODOLOGÍA	37
4.1 Tipo y nivel de investigación.....	37
4.2 Diseño de la investigación	37
4.3 Descripción ética de la investigación.....	40
4.4 Población y muestra.....	40
4.4.1 Muestra.....	41
4.5 Procedimiento	42
4.5.1 Preparación del inóculo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	43
4.5.2 Acondicionamiento de la materia prima (arracacha)	44
4.5.3 Proceso de Fermentación.....	46
4.5.4 Preparación de una bebida funcional de arracacha s.....	47
4.6 Técnica e instrumentos.....	48
4.6.1 Análisis experimental en la FES inicial y final en la arracacha	48
4.6.1.1 Análisis fisicoquímico.....	48
4.6.1.2 Análisis de compuestos bioactivos.....	55
4.6.2 Espectrofotómetro infrarrojo (FTIR).....	58
4.6.3 Análisis experimental en la bebida funcional de arracacha	59
4.6.3.1 Análisis Fisicoquímicos	59
4.6.3.2 Análisis de compuestos bioactivos.....	60

4.6.3.3 Evaluación sensorial CATA (descriptivo y de Aceptabilidad).....	60
4.7 Análisis estadístico.....	61
CAPÍTULO V	64
RESULTADOS Y DISCUSIONES	64
5.1 Análisis de resultados.....	64
5.1.1 Características fisicoquímicas de la FES al inicio y final.....	64
5.2 Contrastación de hipótesis estadísticas	74
5.3 Discusión.....	76
CAPÍTULO VI	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
6.1 Conclusiones	95
6.2 Recomendaciones.....	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANEXO	107



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Operacionalización de variables para la FES al inicio y final.....	9
Tabla 2 – Operacionalización de variables para la bebida funcional de arracacha.....	10
Tabla 3 – Taxonomía de la arracacha.....	15
Tabla 4 – Composición química en 100 g de alimento de arracacha.....	16
Tabla 5 – Taxonomía de <i>Pleurotus ostreatus</i>	20
Tabla 6 – Sustratos nutricionales empleados en el crecimiento de <i>Pleurotus</i>	21
Tabla 7 – Parámetros de crecimiento de algunas especies de <i>Pleurotus</i>	22
Tabla 8 – Plan de tratamiento de datos para el proceso fermentativo.....	38
Tabla 9 – Plan de tratamiento de datos para la bebida funcional de arracacha.....	39
Tabla 10 – Curva patrón de Azúcares reductores.....	53
Tabla 11 – Curva patrón de capacidad de antioxidante.....	55
Tabla 12 – Curva patrón de polifenoles totales.....	57
Tabla 13 – Características fisicoquímicas de la materia prima arracacha y FES.....	64
Tabla 14 – Compuestos bioactivos de la materia prima arracacha y FES.....	66
Tabla 15 – Características fisicoquímicas de una bebida funcional de arracacha.....	67
Tabla 16 – Compuestos bioactivos de una bebida funcional de arracacha.....	68
Tabla 17 – Prueba Q de Cochran para cada atributo de la bebida funcional de arracacha.....	71



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 — Hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	20
Figura 2 — Valor alimenticio de <i>Pleurotus ostreatus</i> (%) con otros alimentos.....	22
Figura 3 — Requerimiento de actividad de agua para microorganismos.....	25
Figura 4 — Proceso experimental.....	42
Figura 5 — Proceso de preparación del inóculo <i>Pleurotus ostreatus</i>	43
Figura 6 — Diagrama de flujo del acondicionamiento de la arracacha para la FES.....	44
Figura 7 — Diagrama de flujo de la preparación de la bebida funcional de la arracacha.....	47
Figura 8 — Determinación del FTIR de la arracacha y la FES.....	69
Figura 9 — Grafico del análisis de correspondencia de la bebida funcional de arracacha.....	73
Figura 10 — Grafico de aceptabilidad mediante el análisis de componentes principales.....	74
Figura 11 — Espectros de almidones nativos.....	92

INTRODUCCIÓN

En la zona andina se cultivan raíces poco conocidas que en otras regiones, como es en el caso de la arracacha, por el mismo nombre con el que se conoce, las costumbres de cada región y el consumo con poca frecuencia por los pobladores que lo habitan; Esta raíz andina, se consume principalmente en forma natural sin pasar por una etapa de procesamiento; no existe tampoco mucha información respecto al origen de esta raíz. La revaloración de esta raíz nativa poco conocidas o ignoradas fuera de sus regiones de origen, sería de gran importancia y beneficioso para el poblador rural, dando oportunidad de trabajo e ingresos económicos por ser una raíz que crece en cualquier mes del año; que esperan su caracterización y posterior explotación por las industrias para la elaboración de productos innovadores, competitivos en el mercado y satisfactorio para los consumidores.

Año tras año, existe una creciente demanda de productos funcionales como resultado de la preocupación de los pobladores (consumidores) por la calidad de los alimentos y los cambiantes estilos de vida de nuestra sociedad moderna. Alimentos funcionales que proporcionen efectos favorables para la salud (AGUILERA et al., 2006); La arracacha raíz alimentaria en los andes, tiene grandes fuentes importantes en la alimentación como un alimento nutritivo (LEYVA, 2019) por la fácil digestión de sus almidones que posee, debido a los granos de almidón de pequeño tamaño y “por ser rica en calcio, fosforo, hierro, niacina (vitamina B3), vitamina A, piridoxina- B6, riboflavina-B2, ácido ascórbico (vitamina c), proteínas, fibras y carbohidratos; características que le otorgan un potencial alimentario” incluso aún mayor a otros alimentos (AMAYA et al., 2006), que a su vez también funciona como un medicamento, para prevenir diversas enfermedades. (LEYVA, 2019).

En este sentido, el estudio de esta investigación tuvo como finalidad potencializar sus propiedades funcionales de la arracacha a través de la Fermentación en Estado Sólido (FES) dándole un valor agregado en presentación de una bebida funcional de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), variedad amarilla, a partir de la FES por *Pleurotus ostreatus*, que sea beneficioso para la salud de los consumidores; de esta manera, poder fomentar la siembra de esta raíz andina, beneficiando así económicamente tanto a los proveedores y productores, satisfacción y aceptación por los consumidores.



RESUMEN

Los objetivos del estudio de investigación fueron determinar las características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos (capacidad antioxidante y polifenoles totales) de una bebida funcional de arracacha mediante la Fermentación en Estado Sólido (FES) por *Pleurotus ostreatus*. En las características fisicoquímicas se evaluaron la humedad, capacidad de absorción, proteínas, grasas, azúcares reductores, cenizas, pH, °Brix, densidad y FTIR. El contenido de azúcares reductores fue determinado por el método DNS, los polifenoles Totales por Folin- Ciocalteu y la capacidad antioxidante por DPPH. En las características sensoriales, se evaluaron a través del CATA (análisis descriptivo y de aceptabilidad) con 84 panelistas no entrenados. Para el proceso fermentativo, se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de 2x2 por triplicado y para una bebida funcional de arracacha, se utilizó un diseño (DCA) con un arreglo factorial de 2x3 con tres repeticiones. El tamaño de partícula de diámetros 1.18mm (c) y 2mm (d) de la FES inicial entre la FES final (1.18mm(e) y 2mm(f)), tuvieron influencia significativa en las características fisicoquímicas y compuestos bioactivos. Principalmente teniendo un incremento en la FES final (1.18mm y 2mm) en las proteínas 5.864%(c) a 6.164% (e) y 5.409%(d) a 6.164%(f), cenizas 4.207%(c) a 9.285%(e) y 4.456% (d) a 9.113%(f) y en los compuestos fenólicos de 83.199(c) a 97.405(e) mg AG/100g muestra y 73.640(d) a 94.945(f) mg AG/100g muestra; Y teniendo una disminución en el contenido de carbohidratos totales 89.139%(c) a 84.288%(e) y 89.734%(d) a 84.613%(f), azúcares reductores de 80.543 (c) a 65.553 g AR/100g muestra (e) y 79.315 (d) a 64.410 g AR/100g muestra (f), grasas 0.790%(c) a 0.263%(e) y 0.401%(d) a 0.248%(f), humedad y pH; por ser fuente de nutrición para el *Pleurotus ostreatus*. En cuanto a la bebida funcional de arracacha de la FES final de diámetros (1.18mm y 2mm) y concentraciones (50%, 75% y 100%) no tuvieron influencia significativa sobre el pH, °Brix y densidad; pero sí hubo efecto significativo estadísticamente sobre sus compuestos bioactivos en todas las concentraciones de los diámetros de la bebida funcional, mostraron una mayor capacidad de antioxidante y polifenoles de la FES final 1.18mm con 170.508 gEAA/100g muestra y 32.701 mg AG/100g muestra respectivamente, y en la FES final de 2mm con 203.321g EAA/100g muestra y 27.339 mg AG/100g muestra, ambos al 100% concentrado. Se concluye que la evaluación sensorial CATA de la bebida funcional de arracacha con mayor aceptabilidad fueron las muestras de FES final 1.18mm al 50% y 2mm (f) al 75% de concentración, que se caracterizan por tener los atributos: equilibrado, dulce, refrescante/fresco y sabor agradable.

Palabras clave: DNS, capacidad antioxidante, polifenoles totales, FTIR, CATA

ABSTRACT

The objectives of the research study were to determine the physicochemical, sensory and bioactive compound characteristics (antioxidant capacity and total polyphenols) of a functional arracacha beverage through Solid State Fermentation (FES) by *Pleurotus ostreatus*. In the physicochemical characteristics, moisture, absorption capacity, proteins, fats, reducing sugars, ashes, pH, °Brix, density and FTIR were evaluated. The content of reducing sugars was determined by the DNS method, the Total polyphenols by Folin-Ciocalteu and the antioxidant capacity by DPPH. Sensory characteristics were evaluated through CATA (descriptive and acceptability analysis) with 84 untrained panelists. For the fermentation process, a completely randomized design (DCA) with a factorial arrangement of 2x2 in triplicate was used, and for a functional arracacha drink, a design (DCA) with a factorial arrangement of 2x3 in triplicate was used. The particle size of diameters 1.18mm (c) and 2mm (d) of the initial FES between the final FES (1.18mm(e) and 2mm(f)), had a significant influence on the physicochemical characteristics and bioactive compounds. Mainly having an increase in the final FES (1.18mm and 2mm) in proteins 5.864%(c) to 6.164% (e) and 5.409%(d) to 6.164%(f), ashes 4.207%(c) to 9.285% (e) and 4.456% (d) to 9.113% (f) and in the phenolic compounds from 83.199(c) to 97.405(e) mg AG/100g sample and 73.640(d) to 94.945(f) mg AG/100g sample ; And having a decrease in the content of total carbohydrates 89.139%(c) to 84.288%(e) and 89.734%(d) to 84.613%(f), reducing sugars from 80.543 (c) to 65.553 g AR/100g sample (e) and 79.315 (d) at 64.410 g AR/100g sample (f), fats 0.790%(c) at 0.263%(e) and 0.401%(d) at 0.248%(f), humidity and pH; for being a source of nutrition for *Pleurotus ostreatus*. Regarding the arracacha functional beverage of the final FES of diameters (1.18mm and 2mm) and concentrations (50%, 75% and 100%) did not have a significant influence on the pH, °Brix and density; but there was a statistically significant effect on its bioactive compounds in all concentrations of the diameters of the functional beverage, they showed a higher antioxidant capacity and polyphenols of the final FES 1.18mm with 170,508 gEAA/100g sample and 32,701 mg AG/100g sample, respectively , and in the final FES of 2mm with 203,321g EAA/100g sample and 27,339mg AG/100g sample, both at 100% concentrate. It is concluded that the CATA sensory evaluation of the arracacha functional drink with greater acceptability were the final FES samples 1.18mm at 50% and 2mm (f) at 75% concentration, which are characterized by having the following attributes: balanced, sweet, refreshing/fresh and pleasant taste.

Keywords: *DNS, antioxidant capacity, total polyphenols, FTIR, CATA*