

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**DETERMINACIÓN DE SUSTANCIAS BIOACTIVAS DEL**  
**EXTRACTO DE LA FLOR DE CUCARDA**  
**(*Hibiscus rosa sinensis*) SECADA POR ATOMIZACIÓN CON**  
**CONCENTRACIONES DIFERENTES DE MALTODEXTRINA, EN**  
**PUCALLPA**

**Tesis para optar el título profesional de**  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**JULIO HANNOWER SEIJAS QUISPE**

**Pucallpa, Perú**

**2023**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



#### ANEXO 4

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por **JULIO HANNOWER SEIJAS QUISPE**, denominada **“DETERMINACIÓN DE SUSTANCIAS BIOACTIVAS DEL EXTRACTO DE LA FLOR DE CUCARDA (*Hibiscus rosa sinensis*) SECADA POR ATOMIZACIÓN CON CONCENTRACIONES DIFERENTES DE MALTODEXTRINA, EN PUCALLPA”** para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo **(17) DIECISIETE**.

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el Título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL**, de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 10 de agosto del 2023.

.....  
Dr. Carlos Alberto Ramírez Chumbe  
Presidente

.....  
Ing. Alex Rengifo Zumaeta, M.Sc.  
Secretario


.....  
Ing. Glendy Sánchez Sunción, M.Sc.  
Miembro

.....  
Ing. Edgar Vicente Santa Cruz, M.Sc.  
Asesor

(\*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Dr. Carlos Alberto Ramírez Chumbe

  
.....  
Presidente

Ing. Alex Rengifo Zumaeta, M.Sc.

  
.....  
Secretario

Ing. Glendy Sánchez Sunción, M.Sc.

  
.....  
Miembro

Ing. Edgar Vicente Santa Cruz, M.Sc.

  
.....  
Asesor

Bach. Julio Hannower Seijas Quispe

  
.....  
Tesisista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

# CONSTANCIA

## ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

N° V/0487-2023.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

**“DETERMINACIÓN DE SUSTANCIAS BIOACTIVAS DEL EXTRACTO DE LA FLOR DE CUCARDA (*Hibiscus rosa sinensis*) SECADA POR ATOMIZACIÓN CON CONCENTRACIONES DIFERENTES DE MALTODEXTRINA, EN PUCALLPA”**

Autor(es) : SEIJAS QUISPE, JULIO HANNOWER  
Facultad : CIENCIAS AGROPECUARIAS  
Escuela : ING. AGROINDUSTRIAL  
Asesor(a) : Mg. VICENTE SANTA CRUZ EDGAR

Presenta un **porcentaje de similitud de 10%**, verificado en el Sistema Antiplagio URKUND/OURIGINAL, De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 08/08/2023



Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA  
Director de Producción Intelectual



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS**  
REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Julio Hannover Seijas Quispe.

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

"Determinación de Sustancias bioactivas del extracto de la Fbr de cucarda (Hibiscus rosa sinensis) secada por atomización con concentraciones diferentes de maltodextrina, en Pucallpa".

Sustentada el año: 2023.

Con la asesoría de: Ing. M.Sc. Edgar Vicente Santa Cruz.

En la Facultad de: Ciencias Agropecuarias.

Escuela Profesional de: Ingeniería Agroindustrial.

Autorizo la publicación:

**PARCIAL**  Significa que se publicará en el repositorio institucional solo la caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

**TOTAL**  Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali ([www.repositorio.unu.edu.pe](http://www.repositorio.unu.edu.pe)), bajo los siguientes términos:

**Primero:** Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

**Segundo:** Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 10 / 08 / 2023.

Email: Julio.seijasquispe@gmail.com

Teléfono: 9101995925

Firma: 

DNI: 71731443

## **DEDICATORIA.**

A DIOS, por darme esa fuerza de voluntad,  
por brindarme una buena salud y permitir  
cumplir este sueño de convertirme en  
ingeniero agroindustrial.

Dedico este trabajo a mi familia, a mis padres Julio Hannover Seijas Ruiz y María Delicia Quispe Heredia quienes con mucho esfuerzo han logrado que hoy tenga una educación de primera calidad, quienes han velado siempre por mi bienestar, quienes son el motor de mis fuerzas, de mis ganas de luchar y ser cada día mejor. Porque son ustedes quienes día a día me brindan su alegría, su amor y jamás menosprecian esfuerzo alguno de mi parte y sé que juntos nos regocijamos de orgullo y alegría de saber que termino esta etapa de mi vida a su lado.

## **AGRADECIMIENTO.**

A la Universidad Nacional de Ucayali por ser mi segundo hogar durante mi vida universitaria brindándome las enseñanzas con los prestigiados docentes que cuenta la escuela de Ingeniera Agroindustrial.

A mi asesor M.Sc. Ing. Edgar Vicente Santa Cruz por su tiempo, dedicación, paciencia, consejos y orientación para culminar con el proyecto de investigación.

Agradezco infinitamente a mis padres Julio Hannower Seijas Ruiz y María Delicia Quispe Heredia, por ser el pilar fundamental, y haber formado en mí un hombre de bien, porque son mi ejemplo a seguir y me han enseñado que el éxito se logra con mucho esfuerzo.

A mi enamorada Paulina Mishel Rubio Gonzales por todo el apoyo que me ha brindado a lo largo de este proceso, por ser mí soportarme durante todos estos años y darme ese empuje para avanzar.

A mi primo Jorge Luis Muñoz Rodriguez que me ha inculcado seguir siempre adelante y perseverar ante todos los problemas, para alcanzar los objetivos que nos proponemos.

A mis docentes que fueron parte de mi formación profesional durante estos 5 años.

## ÍNDICE.

	<b>Pág.</b>
RESÚMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xiii
LISTA DE CUADROS .....	xv
LISTA DE FIGURAS .....	xviii
I. INTRODUCCION .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. ANTECEDENTES.....	2
2.2. CUCARDA ( <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> ).....	5
2.2.1. Clasificación taxonómica.....	7
2.2.2. Distribución y usos .....	7
2.2.3. Usos Terapéuticos .....	8
2.2.4. Uso Medicinal.....	8
2.3. SECADO DE ALIMENTOS.....	9
2.4. SECADO POR ASPERSIÓN.....	9
2.5. EXTRACCIÓN HIDROALCOHOLICA.....	10
2.6. ENCAPSULANTES .....	11
2.6.1. Maltodextrina.....	12
2.7. POLIFENOLES TOTALES .....	13
2.7.1. Método de Folin – Ciocalteu.....	13
2.8. VITAMINA C .....	14



2.9. ANTOCIANINAS.....	15
III.MATERIALES Y METODOS .....	17
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	17
3.2. MATERIA PRIMA .....	17
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS .....	17
3.3.1. Materiales de seguridad .....	17
3.3.2. Materiales.....	18
3.3.3. Equipos .....	18
3.3.4. Reactivos.....	18
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	19
3.4.1. Proceso de secado por atomización de la flor de cucarda .....	19
3.4.2. Diagrama de flujo para el proceso de atomización de la flor de cucarda ( <i>Hibiscus rosa sinensis</i> ).....	19
3.4.3. Descripción de las operaciones del proceso de secado por atomización de la flor de cucarda.....	20
3.4.4. Métodos analíticos para las características fisicoquímicas y sustancias bioactivos .....	22
3.4.4.1 Determinación de los grados Brix .....	22
3.4.4.2 Determinación de pH y Acidez titulable.....	23
3.4.4.3 Determinación de contenido de polifenoles totales .....	23
3.4.4.4 Determinación del contenido de Antocianinas .....	24
3.4.4.5 Determinación de Vitamina C.....	26

3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
3.5.1. Diseño experimental.....	26
3.5.2. Factor en estudio.....	28
3.6. MÉTODO ESTADÍSTICO .....	29
3.6.1. Método de Tukey.....	29
3.6.2. Tratamientos .....	29
3.6.3. Análisis estadístico .....	30
3.6.3.1 Población .....	30
3.6.3.2 Muestra .....	31
3.7. VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES. ....	31
3.7.1. Variables independientes. ....	31
3.7.2. Variables dependientes. ....	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	32
V. DISCUSIÓN .....	50
VI. CONCLUSIONES .....	56
VII. RECOMENDACIONES. ....	57
VIII. LITERATURA CITADA.....	58
IX. ANEXOS .....	64

## RESÚMEN

El presente trabajo de investigación tuvo lugar en el taller de Industrias Lácteas, de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la prestigiosa Universidad Nacional de Ucayali, teniendo como objetivo principal determinar el contenido de sustancias bioactivas del extracto de la flor de cucarda (*Hibiscus rosa sinensis*) secada por atomización con concentraciones diferentes de maltodextrina. En la investigación primero se aplicó la extracción mediante proporciones diferentes de concentración hidroalcohólica al 30°, 50° y 70°, dejando reposar por 48 horas, a cada concentración hidroalcohólica se le agrega maltodextrina al (5% - 10%), secado por atomización, seguidamente obteniendo las lecturas de absorbancia por el equipo de espectrofotometría y analizados mediante el diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial a un nivel de significancia del 5%, teniendo como tratamientos de estudio: E1C1 30° alcohol y 5% de maltodextrina, E2C1 50° alcohol y 5% de maltodextrina, E3C1 70° alcohol y 5% de maltodextrina, E1C2 30° alcohol y 10% de maltodextrina, E2C2 50° alcohol y 10% de maltodextrina y E3C2 70° alcohol y 10% de maltodextrina; para la determinación de polifenoles como resultado en el E1C1: 63.49 mg GAE/ g, E2C1: 63.78 mg GAE/ g, E3C1: 68.58 mg GAE/ g, E1C2: 40.75 mg GAE/ g, E2C2: 46.81 mg GAE/ g y E3C2: 80.00 mg GAE/ g con el método de Folin-Ciocalteu a una lectura de 765 nm, para las antocianinas el E1C1: 61.34 mg de cianidina-3-glucosidico/100 g, E2C1: 140.27 mg de cianidina-3-glucosidico/100 g, E3C1: 490.28 mg de cianidina-3-glucosidico/100 g, E1C2: 44.86 mg de cianidina-3-glucosidico/100 g, E2C2: 95.74 mg de cianidina-3-glucosidico/100 g, E3C2: 317.73 mg de cianidina-3-glucosidico/100 g con el método de Ph diferencial, y por último la vitamina C como resultado en el E1C1: 6.041 mg de

ácido ascórbico / 100g, E2C1: 5.708 mg de ácido ascórbico / 100g, E3C1: 9.186 mg de ácido ascórbico / 100g, E1C2: 4.886 mg de ácido ascórbico / 100g, E2C2: 5.419 mg de ácido ascórbico / 100g y E3C2: 6.619 mg de ácido ascórbico / 100g, con el método de cuantificación de ácido ascórbico, logrando obtener mejor extracción de polifenoles con el tratamiento de concentración hidroalcoholica (70°) y maltodextrina al 10%, y para obtener mejor proceso de extracción de antocianinas y vitamina C con el tratamiento de concentración hidroalcoholica (70°) y maltodextrina al 5%.

**Palabras claves:** Cucarda, encapsulante, maltodextrina, compuestos bioactivos, polifenoles totales, antocianinas, vitamina c.

## ABSTRACT.

The present research work took place in the Dairy Industries workshop, of the professional school of Agroindustrial Engineering, of the prestigious National University of Ucayali, with the main objective of determining the content of bioactive substances in the extract of the cucarda flower (*Hibiscus rosa sinensis*) spray-dried with different concentrations of maltodextrin. In the investigation, the extraction was first applied using different proportions of hydroalcoholic concentration at 30°, 50° and 70°, letting it rest for 48 hours, at each hydroalcoholic concentration maltodextrin (5% - 10%) was added, spray-dried, then obtaining the absorbance readings by the spectrophotometry equipment and analyzed using the completely randomized design (DCA) with factorial arrangement at a significance level of 5%, having as study treatments: E1C1 30° alcohol and 5% maltodextrin, E2C1 50° alcohol and 5% maltodextrin, E3C1 70° alcohol and 5% maltodextrin, E1C2 30° alcohol and 10% maltodextrin, E2C2 50° alcohol and 10% maltodextrin and E3C2 70° alcohol and 10% maltodextrin; for the determination of polyphenols as a result in E1C1: 63.49 mg GAE/ g, E2C1: 63.78 mg GAE/ g, E3C1: 68.58 mg GAE/ g, E1C2: 40.75 mg GAE/ g, E2C2: 46.81 mg GAE/ g and E3C2: 80.00 mg GAE/g with the Folin-Ciocalteu method at a reading of 765 nm, for anthocyanins E1C1: 61.34 mg cyanidin-3-glucosidic/100 g, E2C1: 140.27 mg cyanidin-3-glucosidic/100 g, E3C1: 490.28 mg cyanidin-3-glucosidic/100 g, E1C2: 44.86 mg cyanidin-3-glucosidic/100 g, E2C2: 95.74 mg cyanidin-3-glucosidic/100 g, E3C2: 317.73 mg cyanidin-3-glucosidic acid/100 g with the differential Ph method, and finally vitamin C as a result in E1C1: 6,041 mg of ascorbic acid/100g, E2C1: 5,708 mg of ascorbic acid/100g, E3C1: 9,186 mg of ascorbic acid / 100g, E1C2: 4,886 mg of ascorbic acid / 100g, E2C2: 5,419

mg of ascorbic acid / 100g and E3C2: 6,619 mg of ascorbic acid / 100g, with the ascorbic acid quantification method, achieving better extraction of polyphenols with the hydroalcoholic concentration treatment (70°) and 10% maltodextrin, and to obtain a better extraction process of anthocyanins and vitamin C with the hydroalcoholic concentration treatment (70°) and 5% maltodextrin.

Keywords: Cucarda, encapsulant, maltodextrin, bioactive compounds, total polyphenols, anthocyanins, vitamin c.

## LISTA DE CUADROS

En el texto	Pág.
Cuadro 1. Taxonómica de la cucarda ( <i>Hibiscus rosa sinensis</i> ).....	7
Cuadro 2. Análisis de la varianza (ANVA) de un diseño de bloques. ....	27
Cuadro 3. Factores de estudio. ....	28
Cuadro 4. Tramientos experimentales .....	30
Cuadro 5. Valores de la humedad de la flor de cucarda atomizada con sus diferentes concentraciones de maltodextrina. ....	32
Cuadro 6. Valores del pH de la flor de cucarda atomizada con sus diferentes concentraciones de maltodextrina.....	33
Cuadro 7. Valores de los grados brix de la flor de cucarda atomizada con sus diferentes concentraciones de maltodextrina. ....	34
Cuadro 8. Valores de la acidez titulable de la flor de cucarda atomizada con sus diferentes concentraciones de maltodextrina. ....	35
Cuadro 9. Resultados del contenido de polifenoles de la flor de cucarda atomizada con sus diferentes concentraciones de maltodextrina. ....	37
Cuadro 10. Comparación múltiple de Tukey del contenido de polifenoles totales. .....	39
Cuadro 11. Resultados del contenido de antocianinas de la flor de cucarda atomizada con sus diferentes concentraciones de maltodextrina. ....	41
Cuadro 12. Comparación múltiple de Tukey del contenido de antocianinas. ...	43
Cuadro 13. Resultados del contenido de vitamina C de la flor de cucarda atomizada con sus diferentes concentraciones de maltodextrina. ....	46

Cuadro 14. Comparación múltiple de Tukey del contenido de ácido ascórbico. .....	48
---	----

**En el anexo**

Cuadro 1A. Preparación de la curva patrón de ácido gálico para la cuantificación de polifenoles totales.....	65
--	----

Cuadro 2A. Preparación para la cuantificación de polifenoles totales en base a la muestra. ....	65
---	----

Cuadro 3A. Preparación de los reactivos para la determinación de antocianinas. .....	66
---	----

Cuadro 4A. Preparación para la cuantificación de antocianinas en base a la muestra. ....	66
--	----

Cuadro 5A. Preparación de la curva patrón de ácido ascórbico para la cuantificación de vitamina C.....	67
--	----

Cuadro 6A. Preparación para la cuantificación de Ácido Ascórbico en base a la muestra. ....	67
---	----

Cuadro 7A. Resultado de los análisis fisicoquímicos del atomizado de flor de cucarda. ....	68
--	----

Cuadro 8A. Análisis de varianza del contenido de polifenoles totales del atomizado de flor de cucarda en diferentes concentraciones de maltodextrina.....	68
---	----

Cuadro 9A. Análisis de varianza del contenido de vitamina C del atomizado de flor de cucarda en diferentes concentraciones de maltodextrina...	69
--	----



Cuadro 10A. Análisis de varianza del contenido de antocianinas del atomizado  
de flor de cucarda en diferentes concentraciones de maltodextrina.

..... 69

## LISTA DE FIGURAS

En el Texto	Pág.
Figura 1. Procedo del secador por pulverización a escala de laboratorio. ....	10
Figura 2. Ubicación de la Universidad Nacional de Ucayali. ....	17
Figura 3. Flujograma de atomización de flor de cucarda.....	19
Figura 4. Determinación de polifenoles por método de folin- Ciocalteu. ....	24
Figura 5. Factor y nivel de experimento .....	28
Figura 6. Curva estándar de calibración del ácido gálico para la determinación de polifenoles totales por el método Folin - Ciocalteu. ....	36
Figura 7. Gráfico de interacción al 95% de Tukey para polifenoles totales en 30°, 50° y 70° de alcohol. ....	40
Figura 8. Gráfico de interacción al 95% de Tukey para antocianinas en 30°, 50° y 70° de alcohol.....	44
Figura 9. Curva de calibración del ácido ascórbico para la determinación de vitamina C por el método 2,6 diclofenolindofenol. ....	45
Figura 10. Gráfico de interacción al 95% de Tukey para Vitamina C en 30°, 50° y 70° de alcohol.....	49
En el anexo	
Figura 1A. Recolección de las flores de cucarda ( <i>Hibiscus rosa sinensis</i> ).....	70
Figura 2A. Recepción de las flores.....	70
Figura 3A. Lavado de las flores.....	70

Figura 4A. Selección de las flores de cucarda. ....	70
Figura 5A. Pesado total de las flores de Cucarda. ....	71
Figura 6A. Pesado de las flores de cucarda en 100 gramos. ....	71
Figura 7A. Adición de 1 Litro de alcohol en los frascos con las flores de cucarda. .....	71
Figura 8A. Proceso de extracción hidroalcoholica de 30°, 50°, 70° y maceración de 48 horas. ....	71
Figura 9A. Proceso de filtrado. ....	72
Figura 10A. Producto filtrado.....	72
Figura 11A. Encapsulante “Maltodextrina”. ....	72
Figura 12A. Adición de maltodextrina al 5% y 10%. ....	72
Figura 13A. Atomización del extracto de flor de jamaica en diferentes concentraciones de maltodextrina. ....	73
Figura 14A. Muestra atomizada. ....	73
Figura 15A. Preparación de las muestras atomizadas para los análisis. ....	73
Figura 16A. Muestras atomizadas para la determinación de sustancias bioactivas. ....	73
Figura 17A. Determinación de Polifenoles. ....	74
Figura 18A. Determinación de Antocianinas. ....	74
Figura 19A. Determinación de Vitamina C. ....	74
Figura 20A. Uso del Espectofotómetro.....	74

## I. INTRODUCCION

En el Perú la (*Hibiscus rosa sinensis*), conocida como “cucarda” es una especie de planta que crece en climas tropicales y especialmente en la región de Ucayali se pueden encontrar flores de esta especie de diversos colores. En la región de Ucayali no se cuenta con una producción de estos productos a base de la flor de (*Hibiscus rosa sinensis*), por tal razón se deberá incentivar el cultivo y el procesamiento del mismo para introducir los productos al mercado peruano y dar a conocer los beneficios de la flor.

Al iniciarse el nuevo milenio, una nueva era en el área de las ciencias de los alimentos y de la nutrición se ha hecho presente cada vez con mayor intensidad: la tendencia por el consumo de productos que contengan antioxidantes, que acepta el papel de los componentes alimenticios, como nutrientes esenciales para el mantenimiento de la vida y de la salud. (Saavedra Baca & Tavera Guerrero, 2014)

Sin embargo no se encuentran trabajos de investigación sobre la cucarda que crecen en la región de Ucayali, respecto a la composición de sustancia bioactivas, información importante para su aprovechamiento en el desarrollo de nuevos productos, por ello el objetivo principal de este trabajo de investigación es evaluar las sustancias bioactivas del extracto por concentración hidroalcohólica de la flor de cucarda (*Hibiscus rosa sinensis*), considerando variables de concentraciones de maltodextrina (5% y 10%), contribuyendo así con el desarrollo de la investigación de nuestra región.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. ANTECEDENTES

(Casquete Castro, 2017), nos menciona en su trabajo de investigación: “Obtención de un producto deshidratado a partir de la flor de hibiscus (*rosa sinensis*) y determinación de sus componentes de actividad antioxidante, ya que este proyecto se basa en el aprovechamiento de las propiedades nutracéuticas así como sus propiedades químicas, que a través de un proceso de deshidratado se obtiene un producto para uso de infusión. Mediante una determinación de su actividad antioxidante dio resultados positivos identificando los componentes que contiene el producto deshidratado de la flor son las siguientes: cianidina, levoglucosan, eugenol, carvacrol, maltol.

(Lopez, y otros, 2019), en su investigación denominada: “Estudio de la estabilidad de los antioxidantes del vino del flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en el almacenamiento, para la elaboración del vino se utilizó la flor (cáliz) de Jamaica, se procedió a realizar el mosto a partir del cáliz con una relación 1 : 3 (cálices de jamaica: agua) hasta llegar a un mosto de 23° Brix con un pH de 3-3,6; la fermentación se realizó durante 29 días bajo condiciones de anaerobiosis a una temperatura de 21°C ±1 °C. Posteriormente, el vino se sometió a un proceso de decantación natural durante 6 días, para el contenido de polifenoles en los cálices frescos de flor de Jamaica fue de 204,02 ± 0,4 mg equ. ácido gálico/ g, El mosto inicial corregido presentó un valor inferior al del contenido de polifenoles de los cálices frescos de 79,13 ± 3,9 mg equ. ácido gálico/ mL en la muestra, esto se debe al 70% de contenido de agua que posee el mosto.

(Soto Haro, 2022) En su investigación denominado: “Métodos de extracción de compuestos fenólicos presentes en el cáliz de la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y su actividad antioxidante, en base a sus resultados encontrados indican la existencia de factores que afectan la extracción de compuestos fenólicos, entre ellos: la técnica y condiciones de extracción y el tipo de disolvente. En el proceso de extracción por maceración se utilizó como disolvente etanol al 50 % en 100 g de cáliz de (*Hibiscus sabdariffa*), dejando macerar en condiciones de oscuridad durante 24 horas a 20 °C nos dan como resultado en fenoles totales  $15.56 \pm 0.023$  mg de EAG/ g. A diferencia del etanol al 70% dando resultados de  $141.11 \pm 24.14$  mg EAG/g así como su antocianina de  $6.80 \pm 0.68$  mg ECG/g y el metanol al 80% dando resultados de  $139.83 \pm 32.38$  mg EAG/g para polifenoles, y para antocianinas fue de  $5.68 \pm 0.46$  mg ECG/g.

(Sánchez Gamboa, 2019), en su investigación denominado: “Contenido de antocianinas y actividad antioxidante in vitro de Flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), procedente de Huaura-Huacho”, tiene como objetivo identificar la concentración de antocianinas totales y determinar la actividad antioxidante in vitro de (*Hibiscus sabdariffa*), la muestra que se utilizó fue procedente de Huaura-Huacho, el cual pasó por un proceso de secado en sol , se llevó a baño maría para que se deshidrate en su totalidad y después se trituró en el molino, obteniendo (*Hibiscus sabdariffa*) en polvo para los extractos , el método que se utilizó para determinar antocianinas fue el Método pH diferencial en el cual se trabajó con 2 tipos de buffer , uno en pH ácido y otro en pH medio ácido y se leyó la absorbancia de las muestras diluidas en pH diferentes con el espectrofotómetro con rangos de 400 a 700nm identificando los picos más altos

de las diluciones para que se pueda calcular el contenido total de antocianinas. Los resultados que se obtuvieron y se anotaron en la ficha de recolección de datos para la concentración de antocianinas es  $348.2 \pm 96.7$  mg/100 g de muestra; se puede concluir que (*Hibiscus sabdariffa*) procedente de Huaura tiene un alto contenido de antocianinas.

(Salazar González, Vergara Balderas, Ortega Regules, & Guerrero Beltrán, 2012), en su trabajo de investigación: “Propiedades antioxidantes y color de extractos de (*Hibiscus sabdariffa*)”, se desarrolló en México. Los extractos de los cálices deshidratados de (*Hibiscus sabdariffa*) se obtuvieron usando etanol: agua, agua etanol: HCl 1,5 N y etanol al 96% lo que sirvió para determinar compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y contenido de antocianinas (delfinidina - 3- O sambubiosido, delfinidina -3-O- glucósido (mirtilina) y cianidina -3-Osambubiósido) por el método alto rendimiento cromatografía líquida (HPLC), también se utilizó la técnica de pH diferencial para definir el contenido de antocianinas totales. Los resultados que se obtuvieron en el contenido de compuestos fenólicos osciló entre  $1.067 \pm 22$  mg de ácido gálico/100 g (en etanol) ,  $2,649 \pm 96$  mg de ácido gálico/100 g (en etanol: agua 70: 30%), y del contenido de antocianinas totales se analizó por pH diferencial es  $209 \pm 21$  mg/100 g, fue similar a la obtenida con la técnica de HPLC que tiene  $215 \pm 31$  mg/100g. el contenido de antioxidantes y de color de cálices de (*Hibiscus sabdariffa*) hacen que sean ideales para usarlo en alimentos como extracto natural, concentrado, o en polvo.

(Monasterios Yapu, 2022), en su trabajo de investigación: "Evaluación del proceso de deshidratado de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*). Mediante dos métodos de deshidratado, el objetivo fue evaluar el efecto del deshidratado en las características fisicoquímicas, microbiológicas y contenido de vitamina C. Se caracterizó la materia prima (89% de humedad; 2,51 de pH y 0,77 g/100g de acidez), se evaluó el proceso de deshidratado por convección forzada a 3 temperaturas (40, 50 y 60°C). Respecto a la vitamina C se observó que a medida que se incrementa la temperatura reduce la cantidad de vitamina C (T=40°C, 100,14 g /100g; T=50°C, 80,14 g /100g; T=60°C, 79,39 g /100g) y por deshidratado solar la disponibilidad de vitamina C incrementa respecto de las otras muestras (192,87 g /100g de Vitamina C); por lo que se puede concluir que el proceso tecnológico de deshidratado solar es óptimo respecto a la alta disponibilidad de vitamina C.

## **2.2. CUCARDA (*Hibiscus rosa-sinensis*).**

La cucarda es un arbusto perenne, herbáceo y leñoso, cuyo origen se remonta a Asia tropical. Pertenece a la familia de las Malvaceae que está compuesta de 82 géneros; Hibiscus es el más amplio dentro de la misma, con más de 200 especies de arbustos, árboles, plantas herbáceas anuales y perennes. Se adapta a los lugares abiertos (exteriores) y resiste temperaturas no muy altas, entre 16-18°C. el aumento de la temperatura puede significar alargamiento de brotes que posteriormente lignificaran inadecuadamente. (Gordón Nuñez, 2012).



Estudios realizados en esta especie reportan la presencia de fenoles hasta en un 0.21 g/Kg, 6.64 g/Kg de calcio y 3.31 g/Kg de fósforo en sus hojas. Dependiendo el ámbito en donde se desarrolla y crece es conocida como pacífico, papo, cucarda, cayena, rosa de China, hibisco, san Joaquín, cardenales, flor del beso, flor de betún, flor del rey, peregrina, entre otros. (De la Torre, Navarrete, Muriel M., Macía, & Balslev, 2008)

“El nombre general Hibiscus, se refiere a la palabra griega y latina para una planta parecida a una malva. Hibiscus significa arbusto flexible, deriva de ib-arbusto o pequeño arbolito, e ixus flexible, glutinoso; rosa-sinensis, rosa de la china.” (Cruz Hernández, y otros, 2019)

La rosa china, cucarda, hibisco, papo o cayena (*Hibiscus rosa-sinensis*), es un arbusto perennifolio de la familia de las Malváceas y es originaria de Asia oriental. (Tomas, 1998)

Por otro lado la cucarda posee importancia medicinal desde tiempos ancestrales, sus raíces utilizadas para tratar enfermedades venéreas, sus hojas como antiparasitario, diurético, laxante suave, hipotensor y bactericida. El extracto acuoso de las flores para controlar la hipertensión y el colesterol. Además de su elevado contenido de mucílagos y componentes azucarados como emoliente, cicatrizante en procesos de quemaduras y heridas. (Ozmen, 2010)

### 2.2.1. Clasificación taxonómica.

**Cuadro 1. Taxonómica de la cucarda (*Hibiscus rosa sinensis*).**

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Subfamilia	Malvoideae
Género	Hibiscus
Especie	Hibiscus rosa-sinensis

Fuente: (iNaturalistEc, 2022)

### 2.2.2. Distribución y usos

Es un arbusto que crece en zonas templadas, subtropicales y tropicales de todo el mundo, dando su origen en el sureste de Asia. Se llegó a introducir y ser cultivado desde tiempos inmemoriales para usos, medicinales alimentarios y ornamentales, muchas especies se cultivan por sus llamativas flores o se utilizan como arbustos en paisajismo. También son un ingrediente principal en infusiones de hierbas. (Shang, Huwiler, Nartey, Juni, & Egger, 2007).

- La especie (*Hibiscus rosa sinensis*) tiene usos médicos en la Fitoterapia china.
- La corteza, muy fibrosa, se emplea en la Polinesia.
- La Ciudad de Hibisco es el apodo de la ciudad de Chengdu, en China.

Fuente: (Shang, Huwiler, Nartey, Juni, & Egger, 2007).

### **2.2.3. Usos Terapéuticos**

De esta planta se aprovecha principalmente las flores, las hojas y la raíz. Por ejemplo, las flores en infusión, con limón y miel se emplean para el insomnio, así como un relajante para el sistema nervioso. Las flores en un proceso de hervor se emplean como expectorante y alivian las úlceras gástricas. Para la gripe se recomienda el jarabe de flor de cucarda, el cual se prepara con el zumo fresco de flores hervido en un litro de jarabe simple por veinte minutos. (Murillo Pulgarin, García Bermejo, & Durán, 2013).

### **2.2.4. Uso Medicinal**

Por otro lado, cabe recalcar la importancia medicinal de la misma ya que desde tiempos ancestrales, se ha utilizado con fines curativos. Las raíces han sido utilizadas para enfermedades venéreas, el uso de sus hojas como antiparasitarios, diuréticos, laxantes suave, hipotensor y bactericida. Una infusión de esta planta puede ser apropiada para reducir el colesterol y la hipertensión. (Brickell & Zuk, 1997)

Sirve como tratamiento para la irritación o inflamación de mucosas del aparato digestivo. Gracias a ello se puede tratar la gastritis, malas digestiones o acidez estomacal. Se ha dado de conocimiento que las plantas del género *Hibiscus* tiene el potencial de otorgar componentes biológicamente activos que actúan como antioxidantes, las cuales son protectores de las funciones cardiovasculares y son capaces de impedir la proliferación de células malignas o cancerosas, y ha dado resultados positivos en la cura de la alopecia. (Ozmen, 2010).

### **2.3. SECADO DE ALIMENTOS**

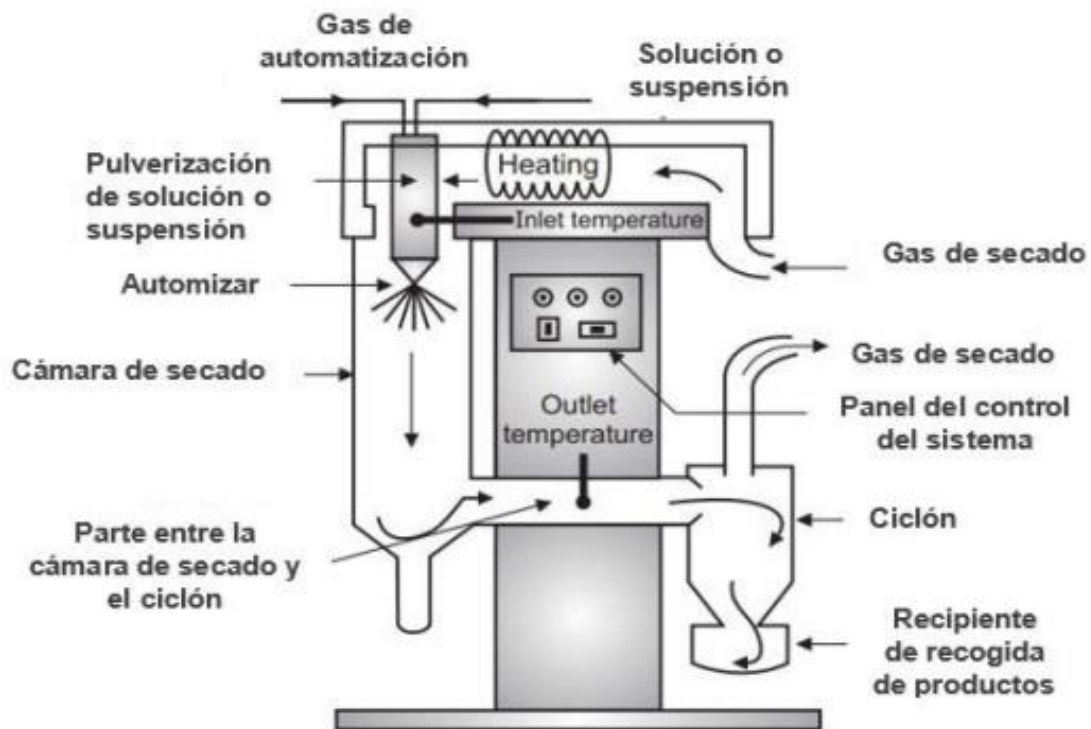
Esta técnica de conservación trata de preservar la calidad de los alimentos bajando la actividad de agua (A) mediante la disminución del contenido de humedad, evitando así el deterioro y contaminación microbiológica de los mismos durante el almacenamiento. Para ello se pueden utilizar varios métodos de deshidratación o combinación de los mismos, tales como secado solar, aire caliente, microondas, liofilización, atomización, deshidratación osmótica, entre otros. (Vega & Lemus, 2006).

Pueden producirse cambios no deseables que afectan tanto la calidad como la aceptación del producto. Los factores claves para un buen secado son entonces: Aire caliente a una temperatura de 40 a 70 °C, aire con un bajo contenido de humedad y movimiento constante. Al calentar aire, que está a la temperatura del ambiente y con un cierto porcentaje de humedad, aumenta su capacidad de absorber vapor de agua. Por cada 20 °C de aumento de la temperatura del aire su capacidad de retener vapor de agua se triplica y por consecuencia su humedad relativa se reduce a un tercio. (Brennan, Butters, Cowrell, & Lily, 1980).

### **2.4. SECADO POR ASPERSIÓN**

El secado por aspersion también llamado atomización, rocío o spray es ampliamente utilizada en la industria procesadora de alimentos, polímeros, cerámicas, etc. Consiste en la transformación de una materia en forma líquida en forma seca se logra mediante la generación de gotas minúsculas que poseen

una gran área superficial para la evaporación de su humedad, el medio secante suele ser un gas caliente en gran volumen; con la suficiente energía para completar la evaporación del líquido. El secado por aspersion es la operación unitaria en la que se transforma un producto o alimentación desde un estado líquido hasta un estado en forma pulverizado. Es un proceso prácticamente instantáneo de producir un sólido seco a partir de una alimentación fluida, siendo el aire caliente el medio que suministra el calor necesario para la evaporación y al mismo tiempo el acarreador del agua eliminada (Orna Chávez, 2012)



Fuente: (Gyan, 2021)

**Figura 1. Procedo del secador por pulverización a escala de laboratorio.**

## 2.5. EXTRACCIÓN HIDROALCOHOLICA

La extracción se puede realizar a partir de plantas frescas, secas, semi-secas o fermentadas. Consiste en separar las sustancias y se obtienen dos componentes: el extracto en sí y el bagazo. Uno de los métodos usados es

la expresión, por el que se introduce la planta en una prensa hidráulica y se exprime. También existe la extracción por incisiones, que se utiliza para lograr gomas, resinas y mieles. Con la destilación, en cambio, se obtienen aceites esenciales, productos grasos con una composición muy compleja. Sin embargo, la forma más habitual de obtener los extractos es a través de solventes, que pueden ser agua, mezclas hidroalcohólicas, glicoles o disolventes orgánicos. En este caso, uno de los procesos que existe es la maceración, que consiste en dejar la planta molida en contacto con el solvente a una temperatura ambiente entre tres y diez días. (DIMEFAR, 2021).

## **2.6. ENCAPSULANTES**

La encapsulación es un método de protección y conservación de diversos compuestos activos durante el procesamiento y almacenaje de los productos alimenticios. Entre los agentes activos más estudiados para su encapsulación se encuentran las vitaminas, aminoácidos, antioxidantes y minerales e incluso de moléculas pequeñas como enzimas y prebióticos, benéficos para la salud. Principalmente la microencapsulación permite mantener la estabilidad de éstos, impidiendo la acción de factores como humedad, temperatura y oxígeno. Hoy en día, la tecnología de encapsulación se encuentra muy desarrollado y aceptado dentro de la industria farmacéutica, química, cosmética y sobre todo en la industria alimentaria. Estas especificaciones han llevado a describir la microencapsulación como: la técnica para obtener una barrera que retarda las reacciones químicas con el medio que lo rodea aportando un aumento en la vida útil del producto, la liberación gradual del compuesto encapsulado e incluso

facilitando su manipulación al convertir un material líquido o gaseoso a una forma sólida llamada microcápsula. (Garnica Romo & Alcántar Covarrubias, 2019).

### **2.6.1. Maltodextrina**

La maltodextrina es un adyuvante ampliamente utilizado en procesos de secado, incluido el proceso de liofilización. Las maltodextrinas se obtienen de la hidrólisis del almidón, que consiste en unidades de  $\beta$ -Dglucosa y son generalmente clasificados por su equivalente de dextrosa (DE) (Bemiller & Whistler, 1996).

La maltodextrina es un polvo blanco hecho de maíz, arroz, almidón de papa o trigo. La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, en inglés) de los Estados Unidos aprobó la maltodextrina como un aditivo alimentario muy seguro. También se incluye en el valor nutricional de los alimentos como parte de la sumatoria de los carbohidratos. (Shaefer, 2017).

Diferentes materiales se pueden emplear como agentes encapsulantes, sin embargo, hidratos de carbono como la maltodextrina, con diferentes equivalentes de dextrosa, es el más utilizado en la conservación de compuestos bioactivos, debido a que es económica, de fácil adquisición y además posee funciones tales como formar soluciones incoloras de baja viscosidad en altas concentraciones, favoreciendo el proceso de secado por atomización y permitir la formación de una película o barrera protectora que reduce la permeabilidad del oxígeno y maximiza la incorporación y retención de compuestos funcionales (Saikia, Mahnot, & Mahanta, 2015).

La aplicación de la maltodextrina en el proceso de encapsulación está asociada a la baja viscosidad a altos contenidos de sólidos, buena solubilidad, capacidad de formar películas, espesante y barato (Mademe, Jacquot, Scher, & Desobry, 2005). Disminuye la pegajosidad y mejora la estabilidad del producto (Bemiller & Whistler, 1996).

## **2.7. POLIFENOLES TOTALES**

Los polifenoles son un grupo de sustancias presentes en las plantas con una alta capacidad antioxidante y con efectos positivos para tu salud. Los polifenoles ayudan a combatir los radicales libres por su función antioxidante, lo que se traduce en protección frente a enfermedades degenerativas. (Petre, 2019).

Estos compuestos participan de diversas funciones, tales como la asimilación de nutrientes, síntesis proteicas, actividad enzimática, fotosíntesis, formación de componentes estructurales, defensa ante los factores adversos del ambiente, además están asociados al color, las características sensoriales (sabor, astringente y dureza), las características nutritivas y las propiedades antioxidantes de los alimentos de origen vegetal y la característica antioxidante de los fenoles se debe a la reactividad del grupo fenol (Pacheco, Pinto, Ramirez, Peraza, & Orosco, 2020).

### **2.7.1. Método de Folin – Ciocalteu.**

El método de Folin-Ciocalteu se lo utiliza para la identificación de los compuestos fenólicos totales, el reactivo a un pH básico da una reacción de azulada al contacto con los polifenoles. El reactivo está formado por una mezcla



de molibdato de sodio, wolframato de sodio y ácido fosfórico. El ácido fosfomolibdotungstico, es formado por las dos sales en medio ácido que da un color amarillo en ausencia de polifenoles, la cual es lenta a un pH ácido y rápida a un pH básico, es sensible, precisa, pero no es específica. La absorbancia de la reacción de color azul intenso, se mide a una longitud de ondas de 765 nm, la intensidad de la absorbancia es proporcional a la concentración de polifenoles que está presente en la muestras (García, Fernández Segovia, & Fuentes López, 2015).

## **2.8. VITAMINA C**

La vitamina C es una vitamina hidrosoluble, sensible al calor. Es un cofactor enzimático implicado en diversas reacciones fisiológicas (hidroxidación). Es necesario para la síntesis del colágeno y de los glóbulos rojos, y contribuye al buen funcionamiento del sistema inmunitario. También juega un papel en el metabolismo del hierro. El ácido ascórbico es un azúcar con propiedades antioxidantes. Su aspecto es de polvo o cristales de color blanco-amarillento. El nombre "ascórbico" procede del prefijo a (que significa "no") y de la palabra latina *escorbutus* (escorbuto), una enfermedad causada por la deficiencia de vitamina C, que es necesaria para la síntesis correcta del colágeno en los seres humanos. Fibras de colágeno que permiten mantener la estructura de los tejidos. Los primates, incluido el ser humano, han perdido la capacidad de sintetizar el ácido ascórbico y deben obtenerlo de la comida (Fernández, 2016).

La vitamina C o ácido ascórbico es la más sensitiva de las vitaminas que se encuentran en los alimentos y su estabilidad varía en función de las condiciones ambientales tales como el pH, la concentración de trazas de iones

metálicos y de oxígeno, la temperatura. También se ve afectada por el tipo de proceso de deshidratación, el régimen tiempo-temperatura empleados, la intensidad de energía térmica, encontrándose que la mayor retención de la vitamina C se da cuando se seca a bajas temperaturas y cortos tiempos, por este motivo se usa la evaluación del ácido ascórbico retenido como un método para definir el mejor sistema de secado. (Nindo, Sun, Wang, Tang, & Powers, 2003).

Según (Gregory, Belitz, & Grosh), el ácido ascórbico (vitamina C) es una vitamina hidrosoluble que tiene importantes propiedades antioxidantes para el cuerpo humano. Esta sustancia imprescindible estimula la actividad metabólica en general y tiene un papel esencial en la formación del colágeno, los huesos y los dientes, así como del endotelio capilar.

## **2.9. ANTOCIANINAS**

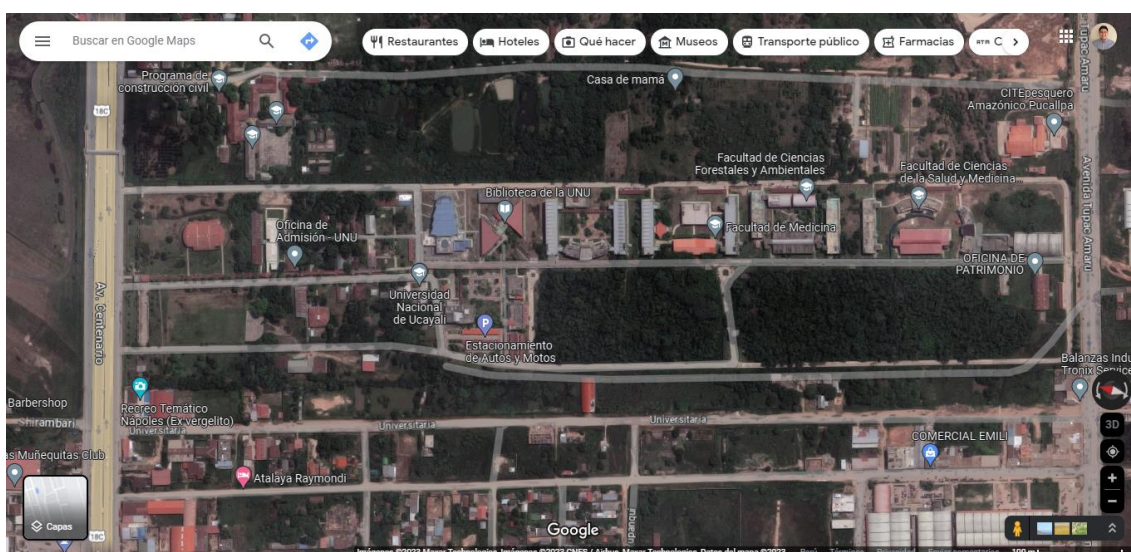
Desde la perspectiva química, las antocianinas corresponden al grupo de los flavonoides y estos son compuestos glucósidos de las antocianidinas, es decir, están formadas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une a un compuesto glúcido por medio de un enlace glucosídico Las antocianinas son pigmentos que se encuentran en las vacuolas dentro de las células vegetales y que dan varios tonos desde el color rojo, púrpura o azul a las hojas, flores y frutos.. Sus funciones en las plantas son variables ya que van desde la de protección de la radiación UV hasta la de atracción de insectos polinizadores como las abejas. Un enorme interés por los pigmentos antociánicos se ha intensificado recientemente debido a sus propiedades tales como: farmacológicas y terapéuticas. (Fletcher, 1984).

Por lo tanto, además de sus papeles funcionales como colorantes alimenticios, las antocianinas son piezas potenciales en la obtención de productos para el consumo humano. Un enorme interés por los pigmentos antociánicos se ha intensificado en los últimos años debido a sus propiedades tales como: farmacológicas y terapéuticas. Por lo tanto, además de su rol importante como colorantes alimenticios, las antocianinas son piezas potenciales en la obtención de productos para el consumo humano. (Wong, 1995).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad Nacional de Ucayali, el cual se ubica a latitud Sur  $8^{\circ}23'48,11''$ , longitud Oeste  $74^{\circ}35'10,93^{\circ}$  y altitud de 154 msnm en la Carretera Federico Basadre Km 6,200. La extracción hidroalcohólica, atomización y análisis para determinar polifenoles totales, antocianinas y vitamina C se realizaron en el taller de tecnología e industrias lácteas de la Escuela Profesional de ingeniera Agroindustrial.



Fuente: (Google maps, 2023)

Figura 2. Ubicación de la Universidad Nacional de Ucayali.

#### 3.2. MATERIA PRIMA

Las flores de cucarda fueron recolectadas en el cruce de las calles de masisea y Laureano del águila, distrito de Calleria, ciudad de Pucallpa, el cual se centró en la recolección de las flores de la cucarda como muestras necesarias para la realización del trabajo de investigación.

#### 3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

##### 3.3.1. Materiales de seguridad

Mandil, cofia, guantes, mascarilla y protección facial.

### **3.3.2. Materiales**

Frascos de boca ancha, gotero, pipetas (1,5 y 10 ml), gradillas de metal para tubos, fiola, pisetas, tapones de goma de 4.5 cm de diámetro inferior, tubos de ensayo de 10 ml, matraz de Erlenmeyer (50 y 100 ml), vaso precipitado (50, 150, 250 y 1000 ml), láminas de aluminio, probeta (10, 50 y 100), luna de reloj, papel filtro (10 µm), bureta de 100 ml y pera de decantación 1000ml.

### **3.3.3. Equipos**

Estufa (marca BOV-T30C), Balanza analítica (marca Ohaus, Pioneer, precisión 0,001g), Refractómetro (marca HI 96802 – 0 to 85%), Potenciómetro (Marca LT Lutron PH – 207), Atomizador (Marca Lonza Hento 1500), Espectrofotómetro (Marca SP-V1100 DLAB), Refrigeradora (Marca Samsung), Agitador Magnético (Marca Dlab MS-H-S), Pipeteador eléctrico (Marca Eppendorf Easypet 3), Termómetro (genérico), Campana de extracción, Titulador, Soporte Universal y Micropipetas (50 µL, 100 µL y 1000 µL) (marca Dragon LAB).

### **3.3.4. Reactivos**

Hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1 N, Fenolftaleína, Etanol 96%, Cloruro de potasio (KCl) al 0.025 M, Acetato de sodio (NaC<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>) al 0.4 M, Carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) al 20%, Folin Ciocalteau, Ácido Gálico al 0.1 mg/ml, Ácido Clorhídrico (HCl), Ácido Oxálico 0,4%, Ácido Ascórbico 1000 µg/ml, Colorante 2,6 diclonofenol infenol 0.012%, Alcohol 96° y Agua Destilada.

### 3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

#### 3.4.1. Proceso de secado por atomización de la flor de cucarda

Se realizó una extracción de la flor de cucarda, seguidamente el secado por atomización utilizando maltodextrina como encapsulante (Figura 3), obtenido y corregido mediante pruebas preliminares.

#### 3.4.2. Diagrama de flujo para el proceso de atomización de la flor de cucarda (*Hibiscus rosa sinensis*)

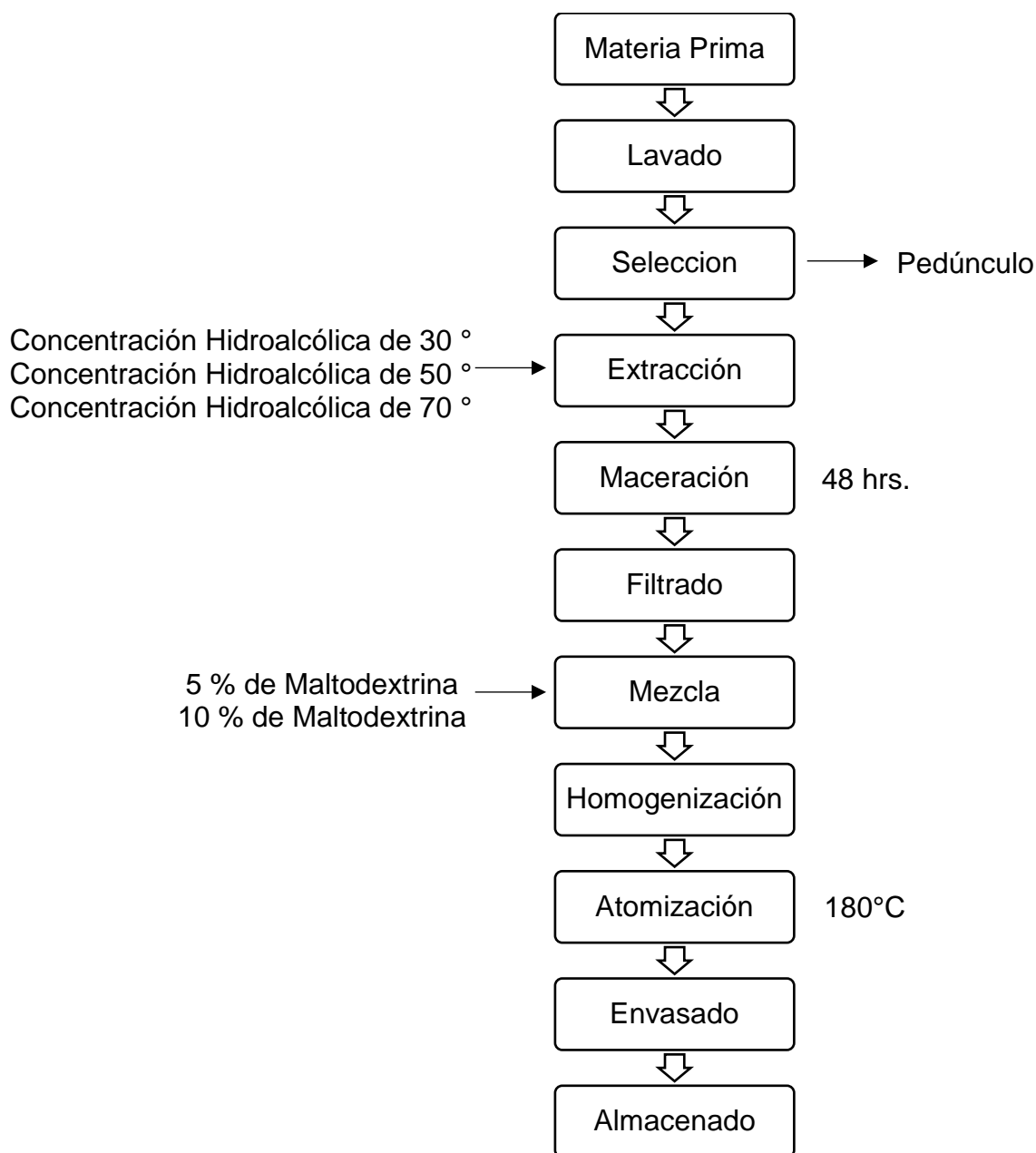


Figura 3. Flujograma de atomización de flor de cucarda.

### **3.4.3. Descripción de las operaciones del proceso de secado por atomización de la flor de cucarda.**

A continuación se describe la metodología para la obtención del producto atomizado de la flor de cucarda.

#### **Recepción de materia prima**

La selección de la materia prima se realizó de manera manual, donde elegimos exclusivamente las flores en buen estado; en este proceso consideramos las características de color y especie de la flor.

#### **Lavado**

Este proceso se realizó con agua potable, la caída del agua tiene que ser en forma de lluvia para evitar el contacto con la flor y así no dañarlo. En este proceso también se eliminaron los residuos de polvo.

#### **Selección**

Para esta operación se realizó la selección de separar las flores de cucarda en buen estado y extraer el pedúnculo, para así proceder a pesar 100 g de flor de cucarda para cada muestra extractora.

#### **Extracción**

En esta operación son llenados los frascos con su respectivo grado alcohólico (concentración hidroalcolica de 30 °, 50 ° y 70 °) en donde las flores de cucarda se le adiciona una cantidad de 1000 ml a cada uno de los frascos.

### **Maceración**

En esta operación se dejó reposar por 48 horas los frascos de solución hidroalcohólica con las flores de cucarda en un lugar fresco y con poca luz.

### **Filtrado**

En esta operación se realizó con papel filtro estándar (10 µm), donde son divididos en 6 frascos de 500ml.

### **Mezcla**

En esta operación cada frasco contiene 500 ml de solución extractora, y se le va adicionar 25 g de maltodextrina en 3 frascos (30°, 50° y 70°), a los otros 3 frascos restantes se le va adicionar 50 g de maltodextrina (30°, 50° y 70°).

### **Homogenización**

En esta operación, cada frasco por separado, es colocado en un agitador magnético, a temperatura de 40 – 45°C x 10 minutos.

### **Atomización**

En esta operación cada una de las muestras de 500 ml es atomizada a T° de 180°C.

### **Envasado**

En esta operación son envasados en frascos, con tapas roscas y con su respectivo rotulado, cada frasco con muestra es envuelta en papel aluminio para que no tenga contacto directo con la luz.



## **Almacenado**

En esta operación las muestras son almacenadas en un lugar donde no tenga contacto directo con la luz solar, la humedad relativa y la temperatura siempre sean las mismas condiciones.

### **3.4.4. Métodos analíticos para las características fisicoquímicas y sustancias bioactivos**

Para la preparación del extracto atomizado para las distintas determinaciones se trabajó en una dilución 1:20 (muestra atomizada: agua destilada).

- Se pesó 1 g de la muestra atomizada, para obtener los extractos de la muestra.
- Completar hasta 20 ml con solución extractora (agua destilada) en un tubo Falcon de 50 ml, homogenizar con agitador vortex durante 3 - 5 min.
- Filtrar con papel filtro cualitativo de 10 cm de diámetro, porosidad 3 micras.
- Centrifugar a 5000 rpm durante 10 min, verificar el tubo de ensayo si tiene partículas en sobrenadantes.

\* Si la muestra presenta partículas sobrenadantes realice desde el paso "c".

#### **3.4.4.1 Determinación de los grados Brix**

Los grados Brix de los extractos hidroalcohólicos de (*Hibiscus rosa sinensis*) se determinaran mediante el uso del refractómetro (marca HI 96802) para medir solidos solubles totales. La determinación se realizó de la siguiente manera: calibrándose inicialmente el refractómetro con agua

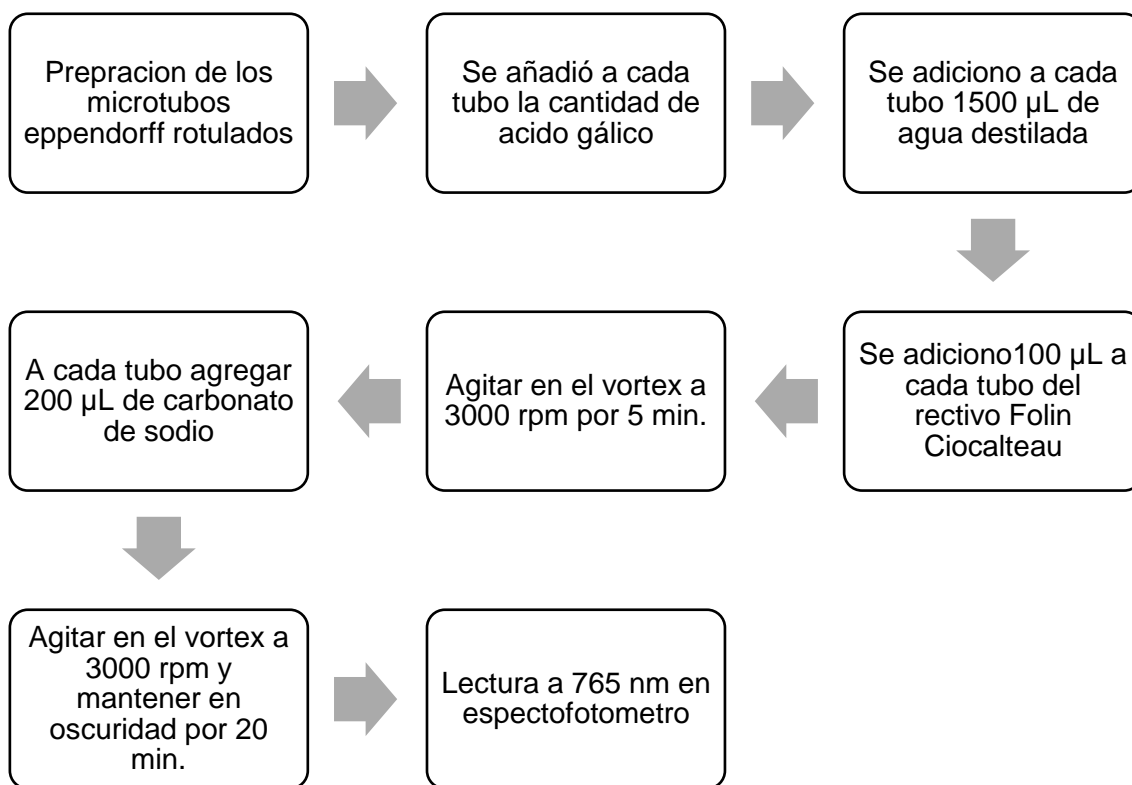
destilada y colocando luego gotas del extracto atomizado (1:20) en el prisma del refractómetro. Las mediciones se realizaron por triplicado.

#### **3.4.4.2 Determinación de pH y Acidez titulable**

Estas determinaciones se van a realizar con los extractos obtenidos. El pH se va medir con un potenciómetro (Marca LT Lutron PH – 207) y para la determinación de la acidez se siguió el método de la AOAC (1980) preparando las muestras según las indicaciones para soluciones ligeramente coloreadas. Se titulará con NaOH 0.1 N usando el pH de vire de la fenolftaleína (8.3 – 8.6) como punto final de la titulación. Las mediciones se realizarán por triplicado.

#### **3.4.4.3 Determinación de contenido de polifenoles totales**

Los polifenoles totales han sido determinados en muestras atomizadas del extracto de flor de cucarda con maltodextrina como encapsulante empleando el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu. Anexo 1 (Cuadro 1A) (Cuadro 2A). Para ello se continuó con el siguiente procedimiento:



**Figura 4. Determinación de polifenoles por método de folin- Ciocalteu.**

#### **3.4.4.4 Determinación del contenido de Antocianinas**

La cuantificación de antocianinas se realizó por el método del pH diferencial reportado por (Paredes Tuanama, 2018). Primero se preparará buffer KCl 0.025 M pH 1.0 y otro buffer que es de acetato de sodio 0.4 M pH 4.5. Anexo 1 (Cuadro 3A).

##### **Preparación de Buffer PH 1 – Cloruro de potasio 0.025M**

Se pesará 0.186 g de KCl y se agregará agua destilada hasta 98 ml, luego se medirá el pH en el pHmetro previamente equilibrado, se ajustará con 0.05 ml de HCl concentrado y se diluirá hasta 100 ml con agua destilada.

### Preparación de Buffer PH4.5 – Acetato de sodio 0.4 M

Se pesará 5.443g de acetato de sodio y se agregará agua destilada hasta 96 ml, luego se medirá el pH en el pHmetro previamente equilibrado, se ajustará con 0.52 ml de HCl concentrado y se diluirá hasta 100 ml con agua destilada.

En tubos de ensayo se colocarán 0.2 ml de la dilución de (*Hibiscus rosa sinensis*) de la muestra y se le añadirá 0.8 ml de Buffer KCl 0.025M pH 1 por triplicado, y de igual manera se realizará con 0.8 ml de buffer acetato de sodio 0.4 M pH 4.5. También se utilizará como blanco agua destilada para ambos buffer. Se colocarán todas las soluciones en un espectrofotómetro para tomar las lecturas de las absorbancias en el rango de 520 a 700 nm y se considerará como longitud de onda aquella que proporciona la lectura de los pH1 y pH 4.5; así como la lectura a los 520 y 700 nm. El mismo procedimiento se realizará en cada muestra de extracto. Anexo 1 (Cuadro 4A)

Para el cálculo de absorbancia de la antocianina se aplicará la siguiente ecuación:

$$A = (A_{\lambda \text{ vis}} - \max A_{\lambda 700})_{\text{pH1}} - (A_{\lambda \text{ vis}} - \max A_{\lambda 700})_{\text{pH4.5}}$$

Dónde:

- $A_{\lambda \text{ vis}} - \max$ . es la lectura de absorbancia más alta tanto en pH1 y pH 4, 5
- $A_{\lambda 700}$ , es la lectura a 700nm, tanto para pH1 como para pH 4.5.

Para el cálculo de la concentración de antocianinas se desarrollará la siguiente fórmula:

**Contenido de Antocianinas totales =  $(A * PM * FD * 1000) / (\epsilon * l)$**

**A:** Absorbancia de la muestra antes calculada

**PM:** Significa peso molecular de antocianina como glucósido de cianidina (449,6 g/L)

**FD:** Es el factor de dilución que se utilizará en la ejecución (3)

**$\epsilon$ :** Es el coeficiente de extinción molar (26900)

**l:** Grosor de la cubeta (1cm)

**1000:** Es el factor de conversión de gramos a miligramos

Los resultados son expresados en mg de antocianinas por 100 g de muestra seca y de los resultados de las 3 muestras se obtendrá un promedio final y su desviación estándar.

#### **3.4.4.5 Determinación de Vitamina C**

Se empleará el método de cuantificación de ácido ascórbico. Para ello se preparará una solución de 2,6-diclorofenolindofenol 12mg/L. Para ello, primero se tiene que hacer la curva de calibración con ácido ascórbico 1000  $\mu$ L/ml con ácido oxálico al 0,4%. Anexo 1 (Cuadro 5A). Luego procedemos con la adición del extracto Anexo 1 (Cuadro 6A). Los resultados se expresaran en mg de vitamina C por 100 g de muestra.

### **3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.5.1. Diseño experimental**

Para determinar los parámetros de estudio de este trabajo de investigación, se utilizará el diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial, 3 extracciones hidroalcohólicas (30°, 50° y 70°) y 2 concentraciones de

maltodextrina 5% y 10%, cada una con 3 repeticiones, lo que hace un total de 18 unidades experimentales, donde el factor A representa la extracción en solución hidroalcohólica y el factor B la concentración de maltodextrina.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha_i\beta_j) + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- $Y_{ijk}$  = Variable independiente, como respuesta a las determinaciones de las sustancias bioactivas.
- $\mu$  = Es la media general.
- $\alpha_i$  = Efecto de la extracción en solución hidroalcohólica (factor A).
- $\beta_j$  = Efecto de la concentración de maltodextrina (factor B).
- $(\alpha_i\beta_j)$  = Efecto de la interacción de los dos factores en estudio.
- $\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental

**Cuadro 2. Análisis de la varianza (ANVA) de un diseño de bloques.**

Fuente De Variación	Grado De Libertad
Factor A	a – 1
Factor B	b – 1
Interacción AB	(a – 1) (b – 1)
Error Experimental	ab (n – 1)
Total de Tratamientos	(abn – 1)

La herramienta que se utilizó para el análisis estadístico de datos fue el software Statgraphics Centurion 16, en caso de encontrar diferencias significativas se realizó la prueba de Tukey, ya que nos servirá para realizar las comparaciones múltiples de medias entre los tratamientos en estudio y las gráficas obtenidas.

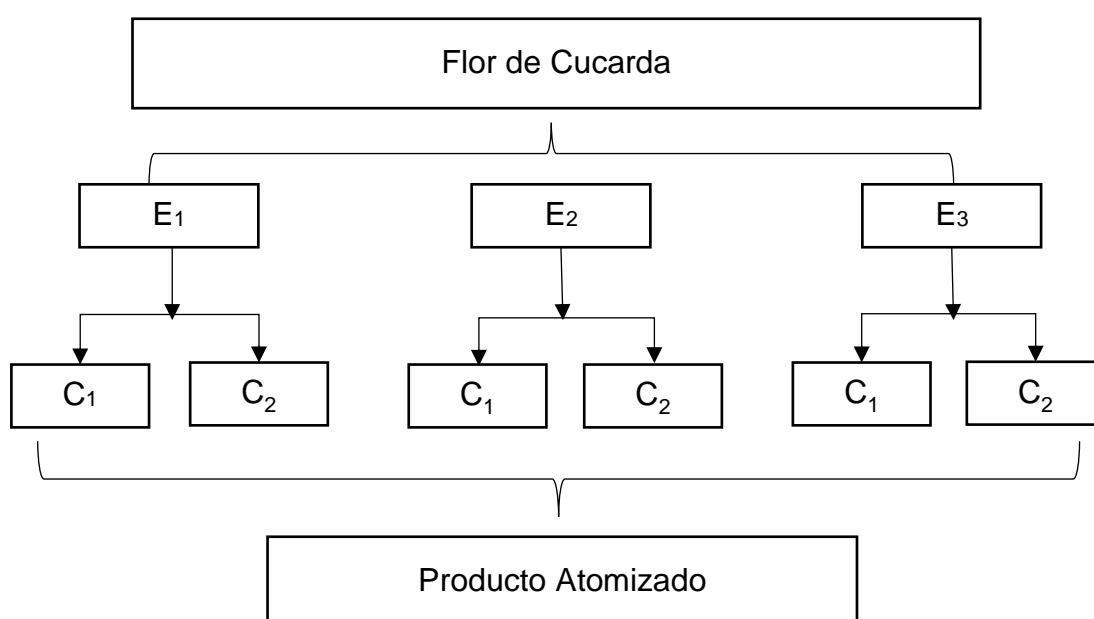
### 3.5.2. Factor en estudio

Los factores en estudio son dos: factor A, Extracción en concentración hidroalcohólica y factor B, Concentración de maltodextrina. Se consideró usar factores para determinar la mejor extracción de concentración hidroalcohólica y concentración de maltodextrina. Los factores se detallan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3. Factores de estudio.**

<b>Factor A:</b> Concentración hidroalcohólica.	<b>E1:</b> 30° solución hidroalcohólica <b>E2:</b> 50° solución hidroalcohólica <b>E3:</b> 70° solución hidroalcohólica
<b>Factor B:</b> Concentración de maltodextrina.	<b>C1:</b> 5% de maltodextrina <b>C2:</b> 10% de maltodextrina

#### b) Esquema experimental



**Figura 5. Factor y nivel de experimento**

**E<sub>1</sub>**= Solución Hidroalcoholica 30°

**E<sub>2</sub>**= Solución Hidroalcoholica 50°

**E<sub>3</sub>**= Solución Hidroalcoholica 70°

**C<sub>1</sub>**= 5% de Maltodextrina

**C<sub>2</sub>**= 10% de Maltodextrina

### 3.6. MÉTODO ESTADÍSTICO

#### 3.6.1. Método de Tukey

El método estadístico fue:

$$W = q_{(t,glee,\alpha)} \times \sqrt{\frac{CMee}{r}}$$

Donde:

- **q** = Amplitud total estudiada, valor encontrado en tablas y que esta función de:
- **t** = Numero de tratamiento.
- **α** = Nivel de significancia.
- **Glee** = Grado de libertad del error experimental.
- **CMee** = Cuadro medio del error experimental.
- **R** = Número de repeticiones de las medias de los tratamientos a ser comparada.

#### 3.6.2. Tratamientos

El presente trabajo analizó el efecto de la interacción de los factores de estudio sobre la variable respuesta teniendo 3 tratamientos de concentración hidroalcoholica y 2 tratamientos de concentraciones de maltodextrina, con 3



repeticiones, 3 X 2 X 3, como resultante de la combinación de los factores, como se muestra a continuación:

**Cuadro 4. Tramientos experimentales**

EXTRACTO DE FLOR DE CUCARDA					
E1		E2		E3	
C1	C2	C1	C2	C1	C2
E1C1R1	E1C2R1	E2C1R1	E2C2R1	E3C1R1	E3C1R1
E1C1R2	E1C2R2	E2C1R2	E2C2R2	E3C1R2	E3C1R2
E1C1R3	E1C2R3	E2C1R3	E2C2R3	E3C1R3	E3C1R3

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

### 3.6.3. Análisis estadístico

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial y Tukey para las determinaciones de sustancias bioactivas proximal, los resultados fueron tratados estadísticamente aplicando el software estadístico Statgraphics Centurion 16, Microsoft Word y Microsoft Excel para los gráficos de los datos. Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas al nivel de  $p \leq 0,05$ , se aplicó la prueba paramétrica de F (análisis de varianza) y comparaciones múltiples de medias Tukey así como la interacción para las variables en estudio.

#### 3.6.3.1 Población

Las flores de cucarda han sido recolectadas del cruce de las calles de masisea y Laureano del águila, distrito de Calleria.

### **3.6.3.2 Muestra**

Corresponde a 100 g de flor de cucarda a cada unidad experimental, deshidratado por el equipo atomizador, utilizando (3) concentraciones hidroalcoholicas y (2) concentraciones de maltodextrina para realizar análisis de polifenoles totales, antocianinas y vitamina C.

## **3.7. VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES.**

### **3.7.1. Variables independientes.**

a) **Factor 1:** Extracción Hidroalcolica.

**E1:** Solución hidroalcolica al 30°

**E2:** Solución hidroalcolica al 50°

**E3:** Solución hidroalcolica al 70°

b) **Factor 2:** Concentraciones de encapsulante.

**C1:** 5% de maltodextrina

**C2:** 10% de maltodextrina

### **3.7.2. Variables dependientes.**

a) Polifenoles Totales

b) Antocianinas

c) Vitamina C

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICOS DE LA FLOR DE CUCARDA ATOMIZADA CON SUS DIFERENTES CONCENTRACIONES DE MALTODEXTRINA.

Los análisis físicoquímicos de las diferentes extracciones hidroalcohólicas de 30°, 50° y 70 ° con sus concentraciones de maltodextrina de 5% y 10%. Anexo 2 (Cuadro 6A).

###### 4.1.1. Resultado para la humedad.

**Cuadro 5. Valores de la humedad de la flor de cucarda atomizada con sus diferentes concentraciones de maltodextrina.**

SOLUCIÓN HIDROALCOHOLICA	REPETICIÓN	MALTODEXTRINA	
		C <sub>1</sub> : 5%	C <sub>2</sub> : 10%
E1:30° ALCOHOL	R1	6	6
E2:50° ALCOHOL	R1	6	6
E3:70° ALCOHOL	R1	6	6

\*Humedad expresada en %.

En el (cuadro 5) se aprecia que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los factores de concentración hidroalcohólica y la maltodextrina, puesto que ningún P-valor es menor que 0,05 y ninguno de los factores tiene efecto estadísticamente significativo sobre humedad. En este caso no se aplica la prueba de comparativa múltiple de Tukey, debido a que no existe diferencia significativa entre los factores. Las condiciones de temperatura de 180°C en el equipo atomizador se mantuvieron constantes sin

modificación alguna, por ello la humedad final se mantiene igual en todos los tratamientos.

#### 4.1.2. Resultado para el pH.

**Cuadro 6. Valores del pH de la flor de cucarda atomizada con sus diferentes concentraciones de maltodextrina.**

SOLUCIÓN HIDROALCOHOLICA	REPETICIÓN	MALTODEXTRINA	
		C <sub>1</sub> : 5%	C <sub>2</sub> : 10%
E1: 30° ALCOHOL	R1	5.33	5.33
	R2	5.32	5.33
	R3	5.33	5.32
E2: 50° ALCOHOL	R1	5.88	5.69
	R2	5.89	5.68
	R3	5.88	5.68
E3: 70° ALCOHOL	R1	5.13	5.40
	R2	5.12	5.39
	R3	5.12	5.40

\*pH expresada en rango de 0 – 14.

En el (cuadro 6) se aprecia que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los factores de concentración hidroalcoholica y la maltodextrina, puesto que ningún P-valor es menor que 0,05 y ninguno de los factores tiene efecto estadísticamente significativo sobre el Ph. En este caso no se aplica la prueba de comparativa múltiple de Tukey, debido a que no existe diferencia significativa entre los factores. Ya que las condiciones en que se trabajó para todos los tratamientos en estudio fueron de 1 g de muestra atomizada y 20 ml de agua destilada, como se muestra en el (cuadro 6) los resultados del pH se mantienen en rango similares porque son influenciados por la misma condición de agua destilada.

#### 4.1.3. Resultado para los grados brix.

**Cuadro 7. Valores de los grados brix de la flor de cucarda atomizada con sus diferentes concentraciones de maltodextrina.**

SOLUCIÓN HIDROALCOHOLICA	REPETICIÓN	MALTODEXTRINA	
		C <sub>1</sub> : 5%	C <sub>2</sub> : 10%
E1: 30° ALCOHOL	R1	5.5	5.1
	R2	5.3	5.2
	R3	5.5	5.1
E2: 50° ALCOHOL	R1	4.9	5.3
	R2	4.9	5.3
	R3	4.9	5.3
E3: 70° ALCOHOL	R1	5.3	5.0
	R2	5.3	5.0
	R3	5.3	5.2

\*Grados brix expresada en °.

En el (cuadro 7) se aprecia que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los factores de concentración hidroalcohólica y la maltodextrina, puesto que ningún P-valor es menor que 0,05 y ninguno de los factores tiene efecto estadísticamente significativo sobre Grados Brix. En este caso no se aplica la prueba de comparativa múltiple de Tukey, debido a que no existe diferencia significativa entre los factores. Ya que las condiciones en que se trabajó para todos los tratamientos en estudio fueron de 1 g de muestra atomizada y 20 ml de agua destilada, como se muestra en el (cuadro 7) los grados brix no varían porque todos los tratamientos son influenciados por el agua destilada, por ello los resultados de los grados brix son similares.

#### 4.1.4. Resultados para la acidez titulable.

**Cuadro 8. Valores de la acidez titulable de la flor de cucarda atomizada con sus diferentes concentraciones de maltodextrina.**

SOLUCIÓN HIDROALCOHOLICA	REPETICIÓN	MALTODEXTRINA	
		C <sub>1</sub> : 5%	C <sub>2</sub> : 10%
E1: 30° ALCOHOL	R1	0.5	0.5
	R2	0.5	0.5
	R3	0.5	0.5
E2: 50° ALCOHOL	R1	0.4	0.3
	R2	0.4	0.3
	R3	0.3	0.4
E3: 70° ALCOHOL	R1	0.9	0.6
	R2	0.8	0.6
	R3	0.8	0.6

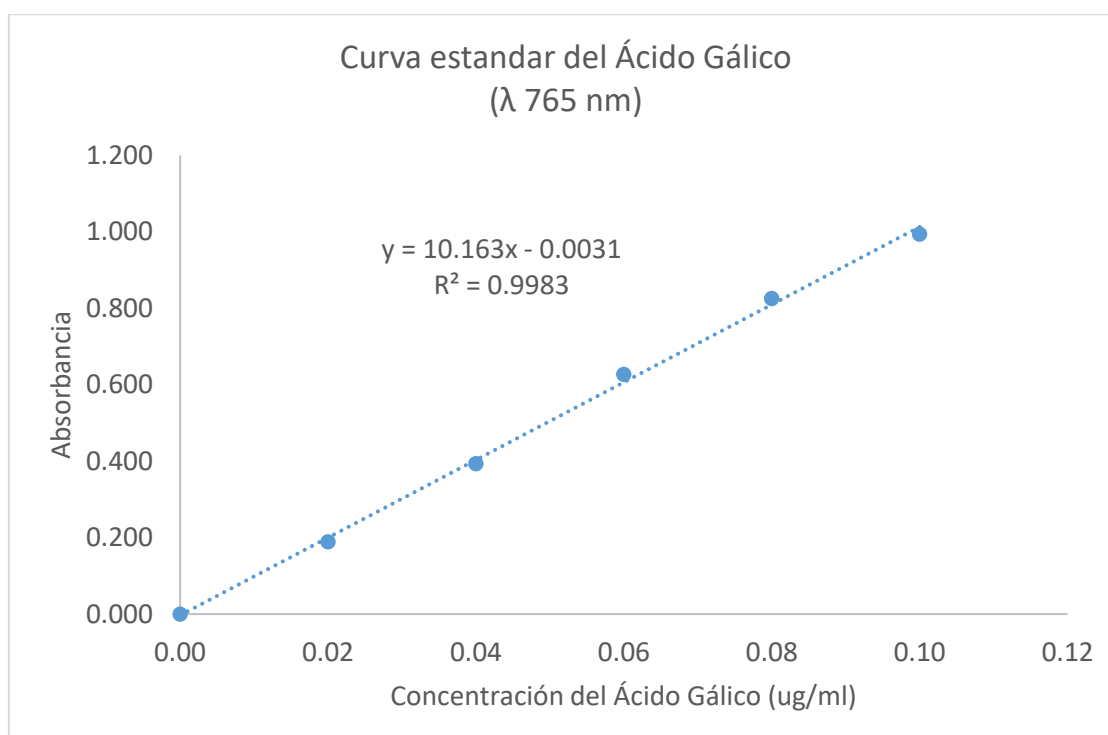
\*Acidez expresada en %

En el (cuadro 8) se aprecia que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los factores de concentración hidroalcohólica y la maltodextrina, y ninguno de los factores tiene efecto estadísticamente significativo sobre la acidez titulable. En este caso no se aplica la prueba de comparativa múltiple de Tukey, debido a que no existe diferencia significativa entre los factores. Ya que las condiciones en que se trabajó para todos los tratamientos en estudio fueron de 1 g de muestra atomizada y 20 ml de agua destilada, como se muestra en el (cuadro 8) la acidez titulable no varían porque todos los tratamientos son influenciados por la misma cantidad de agua destilada, por ello los resultados de acidez titulable son similares.

#### 4.2. Resultados para el contenido de polifenoles totales de la flor de cucarda atomizada con sus diferentes concentraciones de maltodextrina.

Los resultados que se muestran a continuación, corresponde al contenido de polifenoles totales que han sido evaluados del atomizado de flor de cucarda, el cual fue sometido a 3 concentraciones hidroalcoholica y 2 concentraciones de maltodextrina.

En la figura 6 se observa la curva de calibración del ácido gálico ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) el cual se utilizó como guía de referencia para obtener la determinación de los compuestos fenólicos.



**Figura 6. Curva estándar de calibración del ácido gálico para la determinación de polifenoles totales por el método Folin - Ciocalteu.**

En el (Cuadro 9) se da a detallar los resultados obtenidos para el contenido de polifenoles totales presentes en el extracto de la flor de cucarda secadas por

atomización utilizando encapsulantes como maltodextrina de 5% y 10%, fueron analizados estadísticamente usando un diseño completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial con 3 tratamientos hidroalcoholicas y 2 tratamiento de maltodextrina, con un total de 6 tratamiento y 3 repeticiones; se realizó el análisis de varianza que se muestra en el Anexo 2 (Cuadro 7A), donde se evidencia diferencias significativas entre los tratamientos a un  $P < 0.05$ , con un nivel de confianza del 95%. Dado que existe diferencia significativa es necesario realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey.

**Cuadro 9. Resultados del contenido de polifenoles totales de la flor de cucarda atomizada con sus diferentes concentraciones de maltodextrina.**

SOLUCIÓN HIDROALCOHOLICA	REPETICIÓN	MALTODEXTRINA	
		C <sub>1</sub> : 5%	C <sub>2</sub> : 10%
E1: 30° ALCOHOL	R1	62.45	40.08
	R2	62.52	40.80
	R3	65.50	41.36
E2: 50° ALCOHOL	R1	63.63	46.58
	R2	64.19	46.91
	R3	63.53	46.94
E3: 70° ALCOHOL	R1	67.96	78.95
	R2	68.78	80.46
	R3	69.01	80.59

Resultado expresado en mg de ácido Gálico eq/ g de muestra.

**Fuente:** Elaboración propia.

En el cuadro 10 se aprecia los resultados obtenidos en cuanto a los polifenoles totales para la muestra en estudio del atomizado de flor de cucarda, aplicando de esta manera un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3X2. De las cuales el contenido de polifenoles totales son las siguientes,



E1C1:63.49 mg GAE/ g, E2C1: 63.78 mg GAE/ g, E3C1: 68.58 mg GAE/ g, E1C2: 40.75 mg GAE/ g, E2C2: 46.81 mg GAE/ g y E3C2: 80.00 mg GAE/ g. De las cuales se obtienen mayor contenido de polifenoles totales en el E3C2 (concentración hidroalcoholica de 70° y maltodextrina al 10%) siendo 80.00 mg de ácido Gálico eq/ g de muestra, a diferencia de E1C2 (concentración hidroalcoholica de 30° y maltodextrina al 10%) dando un resultado menor siendo 40.75 mg de ácido Gálico eq/ g de muestra.

La extracción con las concentraciones hidroalcoholicas (30°, 50° y 70°) como solvente, es la técnica de separación de las sustancias bioactivas a partir de una mezcla sólida a líquida, aprovechando las diferencias de solubilidad de las sustancias de la mezcla en un solvente adecuado concentrado. Por ello en el cuadro 10 se aprecia que a mayor grado alcohólico (70° alcohol) se obtiene mayor contenido de polifenoles totales, ya que los polifenoles son compuestos hidrosolubles y por la adición del alcohol que es un solvente efectivo se llega a extraer los compuestos polifenólicos. En el cuadro 10 los resultados de maltodextrina, indica que a mayor concentración (10%) de maltodextrina se obtiene mayor resultado; por el hecho de que la microcápsula recubre un 5% del total de las moléculas de polifenoles totales en un 95%, a diferencia de la concentración de maltodextrina (5%) ofreciendo un 90% de las moléculas de polifenoles totales.

**Cuadro 10. Comparación múltiple de Tukey del contenido de polifenoles totales.**

<b>Principales variables en estudio (*)</b>			
<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
30° Alcohol - 10% Maltodextrina	3	40.75	A
50° Alcohol - 10% Maltodextrina	3	46.81	B
30° Alcohol - 5% Maltodextrina	3	63.49	C
50° Alcohol - 5% Maltodextrina	3	63.78	C
70° Alcohol - 5% Maltodextrina	3	68.58	D
70° Alcohol - 10% Maltodextrina	3	80.00	E

Resultados expresado en mg de ácido gálico eq/ g de muestra.

(\*): Valores promedios de las réplicas de polifenoles totales.

A, B, C, D, E: Letras diferentes indican diferencias significativas estadística a  $p < 0.05$ .

En la figura 7, los resultados del grafico de interacción de Tukey al 95% de confianza se observa que la solución de extracción de la flor de cucarda del E3C2 (70° de alcohol y 10% de maltodextrina) secada por atomización, contiene mayor concentración de polifenoles totales a diferencia de las demás concentraciones de alcohol. Ocurre que la concentración hidroalcolica (70° de alcohol) tenga un efecto mayor sobre la concentración de maltodextrina de 10% pero menor sobre la concentración de maltodextrina de 5%.

Se observa que existe una interacción ordinal positiva porque existe un crecimiento de los efectos de 5% de maltodextrina de (30°, 50° y 70° grados de alcohol) y 10% de maltodextrina de (30°, 50° y 70° grados de alcohol) los efectos de polifenoles totales mantiene un orden paralelo hasta que existe una intersección de los factores de la concentración hidroalcolica y la

maltodextrina, dado que la concentración hidroalcohólica de (70° de alcohol) tiene un efecto mayor sobre la maltodextrina al 10% pero menor sobre la maltodextrina al 5% en comparación de las concentraciones hidroalcohólicas de (30° y 50° grados de alcohol).

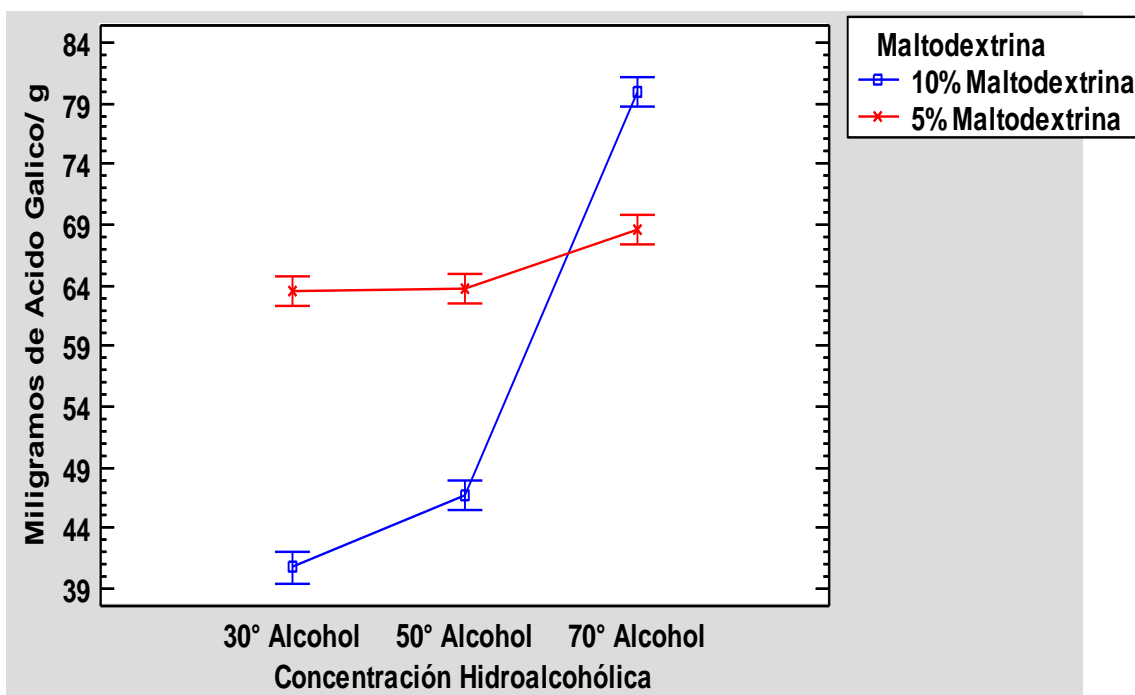


Figura 7. Gráfico de interacción al 95% de Tukey para polifenoles totales.

#### 4.3. RESULTADOS PARA EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS DE LA FLOR DE CUCARDA ATOMIZADA CON SUS DIFERENTES CONCENTRACIONES DE MALTODEXTRINA.

Los resultados que se muestran a continuación, corresponde al contenido de antocianinas que han sido evaluados del atomizado de flor de cucarda, el cual fue sometido a 3 concentraciones hidroalcohólica y 2 concentraciones de maltodextrina.

En el cuadro 11 se da a detallar los resultados obtenidos para el contenido de antocianinas presentes en el extracto de la flor de cucarda secadas por

atomización utilizando encapsulantes como maltodextrina de 5% y 10%, fueron analizados estadísticamente usando un diseño completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial, con 3 tratamientos hidroalcohólicos y 2 tratamiento de maltodextrina, con un total de 6 tratamiento y 3 repeticiones; se realizó el análisis de varianza que se muestra en el Anexo 2 (Cuadro 10A), donde se evidencia diferencias significativas entre los tratamientos a un  $P < 0.05$ , con un nivel de confianza del 95%. Dado que existe diferencia significativa es necesario realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey.

**Cuadro 11. Resultados del contenido de antocianinas de la flor de cucarda atomizada con sus diferentes concentraciones de maltodextrina.**

SOLUCIÓN HIDROALCOHOLICA	REPETICIÓN	MALTODEXTRINA	
		C1: 5%	C2: 10%
E1: 30° ALCOHOL	R1	49.43	44.75
	R2	65.79	44.75
	R3	68.80	45.09
E2: 50° ALCOHOL	R1	140.27	94.85
	R2	142.27	96.52
	R3	138.27	95.85
E3: 70° ALCOHOL	R1	498.96	316.28
	R2	489.28	315.61
	R3	482.60	321.29

Resultado expresado en mg de cianidina-3-glucosidico/100 g de muestra.

**Fuente:** Elaboración propia.

En el cuadro 12 se aprecia los resultados obtenidos en cuanto a las antocianinas para la muestra en estudio del atomizado de flor de cucarda, aplicando de esta manera un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3X2. De las cuales el contenido de antocianinas son las siguientes, E1C1: 61.34

mg de cianidina-3-glucosidico/100 g, E2C1: 140.27 mg de cianidina-3-glucosidico/100 g, E3C1: 490.28 mg de cianidina-3-glucosidico/100 g, E1C2: 44.86 mg de cianidina-3-glucosidico/100 g, E2C2: 95.74 mg de cianidina-3-glucosidico/100 g, E3C2: 317.73 mg de cianidina-3-glucosidico/100 g. De las cuales se obtienen mayor contenido de antocianinas en el E3C1 (concentración hidroalcohólica de 70° y maltodextrina al 5%) siendo 490.28 mg de cianidina-3-glucosidico /100 g, a diferencia de E1C2 (concentración hidroalcohólica de 30° y maltodextrina al 10%) dando un resultado menor siendo 44.86 mg de cianidina-3-glucosidico /100 g.

La extracción con las concentraciones hidroalcohólicas (30°, 50° y 70°) como solvente, es la técnica de separación de las sustancias bioactivas a partir de una mezcla sólida a líquida, aprovechando las diferencias de solubilidad de las sustancias de la mezcla en un solvente adecuado concentrado. Por ello en el cuadro 12 se aprecia que a mayor grado alcohólico (70° alcohol) se obtiene mayor contenido de antocianinas, ya que las antocianinas son pigmentos hidrosolubles y por la adición del alcohol que es un solvente efectivo se llega a extraer las antocianinas. En el cuadro 12 los resultados de maltodextrina, indica que a menor concentración (5%) de maltodextrina se obtiene mayores resultados; porque en la muestra principal ya se encuentra una gran cantidad de antocianinas y con la adición de maltodextrina llega a encapsular mayor cantidad.

**Cuadro 12. Comparación múltiple de Tukey del contenido de antocianinas.**

<b>Principales variables en estudio (*)</b>			
<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
30° Alcohol - 10% Maltodextrina	3	44.86	A
30° Alcohol - 5% Maltodextrina	3	61.34	B
50° Alcohol - 10% Maltodextrina	3	95.74	C
50° Alcohol - 5% Maltodextrina	3	140.27	D
70° Alcohol - 10% Maltodextrina	3	317.73	E
70° Alcohol - 5% Maltodextrina	3	490.28	F

Resultados expresado en mg de cianidina-3-glucosidico /100 g de muestra.

(\*): Valores promedios de las réplicas de antocianinas.

A, B, C, D, E, F: Letras diferentes indican diferencias significativas estadística a  $p < 0.05$ .

En la figura 8, los resultados del grafico de interacción de Tukey al 95% de confianza, observamos que la solución de extracción de la flor de cucarda del E3C1 (70° de alcohol y 5% de maltodextrina) secada por atomización, contiene mayor concentración de antocianinas a diferencia de las demás concentraciones de alcohol.

Se observa que existe una interacción ordinal positiva porque existe un crecimiento de los efectos de 5% de maltodextrina de (30°, 50° y 70° grados de alcohol) y 10% de maltodextrina de (30°, 50° y 70° grados de alcohol) los efectos de antocianinas mantienen un orden paralelo sin intersección alguna, otorgando resultados con una linealidad superior en relación a los grados alcohólicos.

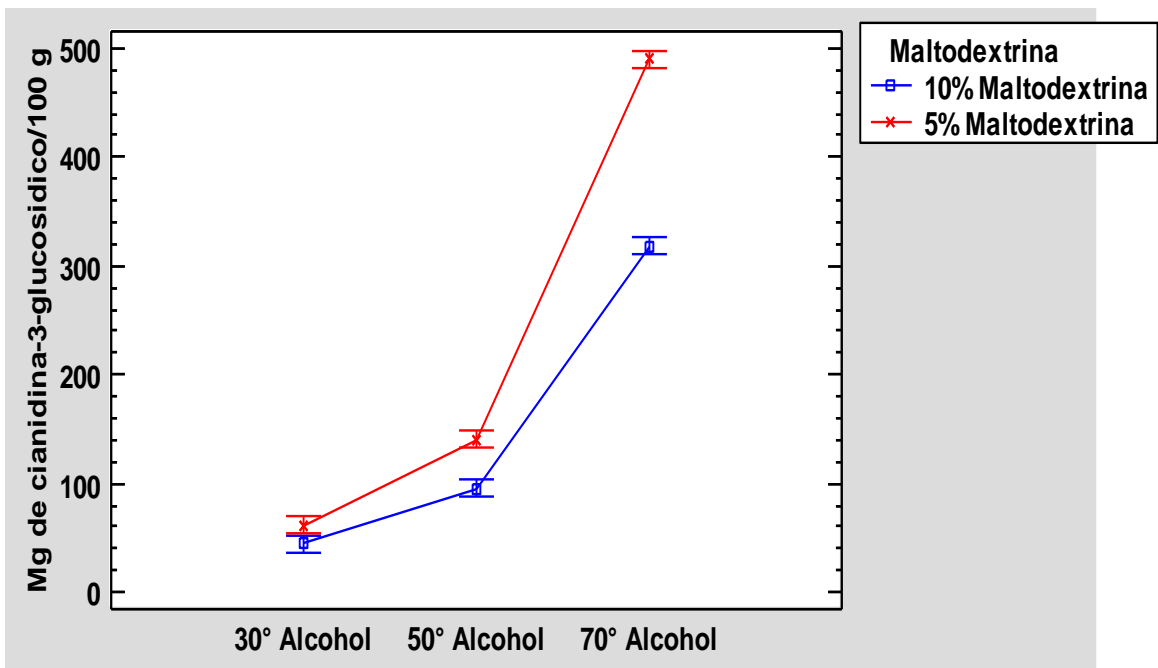
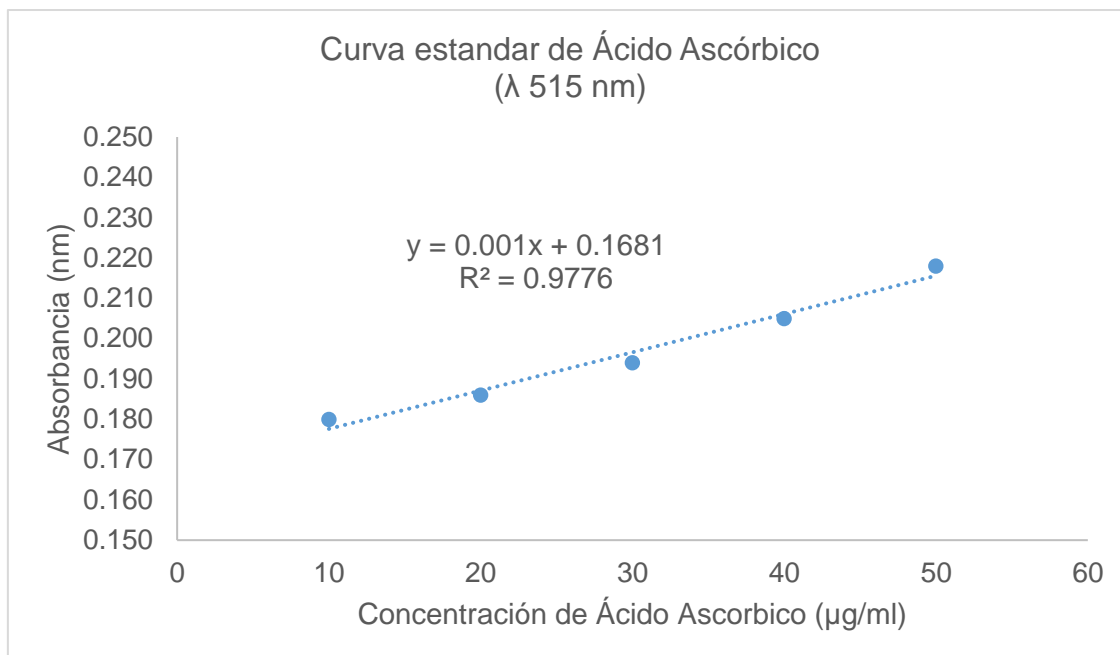


Figura 8. Gráfico de interacción al 95% de Tukey para antocianinas.

#### 4.4. RESULTADOS PARA EL CONTENIDO DE VITAMINA C DE LA FLOR DE CUCARDA ATOMIZADA CON SUS DIFERENTES CONCENTRACIONES DE MALTODEXTRINA.

Los resultados que se muestran a continuación, corresponde al contenido de vitamina C que han sido evaluados del atomizado de flor de cucarda, el cual fue sometido a tres concentraciones hidroalcohólica y dos concentraciones de maltodextrina.

En la figura 9 se observa la curva de calibración del ácido ascórbico ( $\mu\text{g/mL}$ ) el cual se utilizó como guía de referencia para obtener la determinación del contenido de vitamina C.



**Figura 9. Curva de calibración del ácido ascórbico para la determinación de vitamina C por el método 2,6 diclofenolindofenol.**

En el cuadro 13 se da a detallar los resultados obtenidos para el contenido de vitamina C presentes en el extracto de la flor de cucarda secadas por aspersión utilizando encapsulantes como maltodextrina de 5% y 10%, fueron analizados estadísticamente usando un diseño completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial, con 3 tratamientos hidroalcohólicos y 2 tratamiento de maltodextrina, con un total de 6 tratamiento y 3 repeticiones; se realizó el análisis de varianza que se muestra en el Anexo 2 (Cuadro 9A), donde se evidencia diferencias significativas entre los tratamientos a un  $P < 0.05$ , con un nivel de confianza del 95%. Dado que existe diferencia significativa es necesario realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey.



**Cuadro 13. Resultados del contenido de vitamina C de la flor de cucarda atomizada con sus diferentes concentraciones de maltodextrina.**

SOLUCIÓN HIDROALCOHOLICA	REPETICIÓN	MALTODEXTRINA	
		C1: 5%	C2: 10%
E1: 30° ALCOHOL	R1	6.230	4.863
	R2	6.297	4.797
	R3	5.597	4.997
E2: 50° ALCOHOL	R1	5.663	5.463
	R2	5.730	5.597
	R3	5.730	5.197
E3: 70° ALCOHOL	R1	9.097	6.597
	R2	9.197	6.463
	R3	9.263	6.797

Resultado expresado en mg de ácido ascórbico eq/ 100g de muestra.

**Fuente:** Elaboración propia.

En el cuadro 14 se aprecia los resultados obtenidos en cuanto a la vitamina C para la muestra en estudio del atomizado de flor de cucarda, aplicando de esta manera un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3X2. De las cuales el contenido de vitamina C son las siguientes, E1C1: 6.041 mg de ácido ascórbico / 100g, E2C1: 5.708 mg de ácido ascórbico / 100g, E3C1: 9.186 mg de ácido ascórbico / 100g, E1C2: 4.886 mg de ácido ascórbico / 100g, E2C2: 5.419 mg de ácido ascórbico / 100g y E3C2: 6.619 mg de ácido ascórbico / 100g.

De las cuales se obtienen mayor contenido de vitamina C en el E3C2 (concentración hidroalcoholica de 70° y maltodextrina al 5%) siendo 9.186 expresado en mg de ácido ascórbico eq/ 100g, a diferencia de E1C2 (concentración hidroalcoholica de 30° y maltodextrina al 10%) dando un

resultado menor siendo 4.886 expresado en mg de ácido ascórbico eq/ 100g de muestra.

La extracción con las concentraciones hidroalcohólicas (30°, 50° y 70°) como solvente, es la técnica de separación de las sustancias bioactivas a partir de una mezcla sólida a líquida, aprovechando las diferencias de solubilidad de las sustancias de la mezcla en un solvente adecuado concentrado. Por ello en el cuadro 14 se aprecia que a mayor grado alcohólico (70° alcohol) se obtiene mayor contenido de vitamina C, ya que la vitamina C son compuestos hidrosolubles y por la adición del alcohol que es un solvente efectivo se llega a extraer el ácido ascórbico. En el cuadro 14 los resultados de maltodextrina, indica que a menor concentración (5%) de maltodextrina se obtiene mayores resultados; porque en la muestra principal ya se encuentran cierta cantidad de vitamina C y con la adición de maltodextrina llega a encapsular mayor cantidad. Ya que la vitamina C tiene mayor liberación de moléculas de ácido ascórbico en un mezcla con 5% de maltodextrina.

**Cuadro 14. Comparación múltiple de Tukey del contenido de ácido ascórbico.**

<b>Principales variables en estudio (*)</b>			
<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
30° Alcohol - 10% Maltodextrina	3	4.886	A
50° Alcohol - 10% Maltodextrina	3	5.419	A B
50° Alcohol - 5% Maltodextrina	3	5.708	B C
30° Alcohol - 5% Maltodextrina	3	6.041	C
70° Alcohol - 10% Maltodextrina	3	6.619	D
70° Alcohol - 5% Maltodextrina	3	9.186	F

Resultados expresado en mg de ácido ascórbico eq/ 100g g de muestra.

(\*): Valores promedios de las réplicas de antocianinas.

A, B, C, D, E: Letras diferentes indican diferencias significativas estadística a  $p < 0.05$ .

En la figura 10, los resultados del grafico de interacción de Tukey al 95% de confianza, observamos que la solución de extracción de la flor de cucarda del E3C1 (70° de alcohol y 5% de Maltodextrina) secada por atomización, contiene mayor concentración de ácido ascórbico a diferencia de las demás concentraciones de alcohol. Ocurre que la concentración hidroalcolica (70° de alcohol) tenga un efecto mayor sobre la concentración de maltodextrina de 10% pero menor sobre la concentración de maltodextrina de 5%.

Se observa que existe una interacción ordinal negativa porque presenta una decreciente en la cantidad de vitamina C en los efectos de (30° de alcohol y 50° de alcohol) con (5% de maltodextrina) a diferencia de (30°, 50° y 70° de alcohol) con 10% de maltodextrina teniendo una interacción ordinal positiva, teniendo muy buena aceptación del encapsulación maltodextrina al 10%. La

presencia más elevada de vitamina C se dio con (70° de alcohol y 5% de maltodextrina) porque mayor elevada son los grados alcohólicos más es la extracción de vitamina C, a la vez se tiene mayor encapsulación cuando se adiciona 5% de maltodextrina.

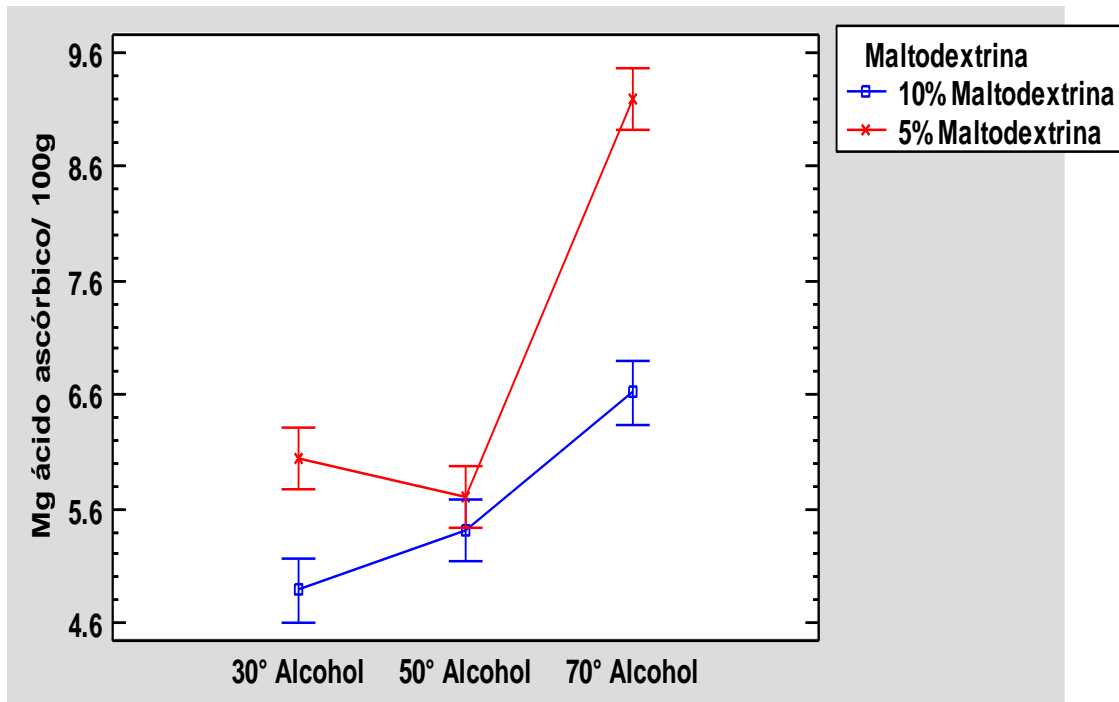


Figura 10. Gráfico de interacción al 95% de Tukey para Vitamina C en 30°, 50° y 70° de alcohol.

## V. DISCUSIÓN

Según Casquete Castro, (2017), nos menciona que en su investigación, obtención de un producto deshidratado a partir de la flor de hibiscus (*rosa sinensis*) y determinación de sus componentes de actividad antioxidante, se basa en el aprovechamiento de las propiedades nutracéuticas así como sus propiedades químicas de la flor de cucarda, que a través de un proceso de deshidratado se obtiene un producto para uso de infusión. Mediante una determinación de su actividad antioxidante dio resultados reportando la identificación de los componentes que contiene el producto deshidratado de la flor son las siguientes: eugenol, maltol, carvacrol, cianidina, levoglucosan.; enfocándonos solamente en la cianidina, que es una de las moléculas presentes en la antocianina, con la solución extractora de concentración hidroalcohólica de 70° y la mezcla de maltodextrina al 10% ofreciendo una encapsulación de las antocianinas, la que mayor contenido de antocianina se ha extraído, con relación a los valores que se obtuvieron en el desarrollo del proyecto, afirmamos que dentro de su composición encontramos la antocianina con un valor máximo de 490.28 mg/100 g de cianidina-3-glucosídico.

Del mismo modo Lopez y otros autores (2019), nos menciona en su trabajo de investigación estudio de la estabilidad de los antioxidantes del vino del flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en el almacenamiento, para la elaboración del vino se utilizó la flor (cáliz) de Jamaica, se procedió a realizar el mosto a partir del cáliz con una relación 1 : 3 (cáliz de jamaica: agua) hasta llegar a un mosto de 23° Brix con un pH de 3-3,6; para el contenido de polifenoles en los cáliz frescos de flor de Jamaica fue de 204,02 ± 0,4 mg ácido gálico/g, El mosto inicial

corregido presentó un valor inferior al del contenido de polifenoles de los cálices frescos de  $79,13 \pm 3,9$  mg equ. ácido gálico/ mL en la muestra, esto se debe al 70% de contenido de agua que posee el mosto; la dilución en que se trabajó el proyecto de investigación fue de 1:10 (cucarda: alcohol) para así obtener una mayor extracción de los compuestos bioactivos, ya que el alcohol etílico es un excelente solvente para la extracción de compuestos hidrosolubles como es el caso de los polifenoles totales, los resultados de los polifenoles totales son en base a la concentraciones alcohólicas y la concentración de maltodextrina aportando una mayor encapsulación de los compuestos hidrosolubles de los polifenoles totales, fueron las siguiente, la de menor contenido de polifenoles totales fue la concentración hidroalcoholica de 30° de alcohol y 10% de maltodextrina dando como resultado 40.75 mg de EAG/g, y la de mayor contenido de polifenoles totales es la concentración hidroalcoholica de 70° de alcohol y 10% de maltodextrina es de 80.00 mg EAG/ g, existe cierta diferencia primero que no son la misma especie de flor y también por la metodología con la que se trabajó ya que consideran mucho la variación de temperatura, por eso la flor de jamaica que usaron de estudio presento un mayor contenido de polifenoles totales. Ya que los polifenoles totales son susceptibles a cambios de temperatura y al proceso de extracción.

Por otra parte Soto Haro (2022) en su investigación trabajo lo métodos de extracción de compuestos fenólicos presentes en el cáliz de la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y su actividad antioxidante, en base a sus resultados encontrados indican la existencia de factores que afectan la extracción de compuestos fenólicos, entre ellos: la técnica y condiciones de extracción y el tipo

de disolvente. En el proceso de extracción por maceración se utilizó como disolvente etanol al 50 % en 100 g de cáliz de (*Hibiscus sabdariffa*), dejando macerar en condiciones de oscuridad durante 24 horas a 20 °C nos dan como resultado en fenoles totales  $15.56 \pm 0.023$  mg de GAE/ g. A diferencia del etanol al 70% dando resultados de  $141.11 \pm 24.14$  mg GAE/g y el metanol al 80% dando resultados de  $139.83 \pm 32.38$  mg GAE/g para polifenoles. En base a nuestros resultados existe una gran diferencia en las variedades de Hibiscus, así como su contenido en los compuestos bioactivos, la que obtuvo mayor contenido de polifenoles es de 70° alcohólicos como solvente y 10% de maltodextrina aportando una mayor encapsulación de los compuestos hidrosolubles de los polifenoles totales, con un resultado de 80.00 mg EAG/ g en la (*Hibiscus Rosa Sinensis*), que está por debajo de los resultados de la (*Hibiscus sabdariffa*) de su proyecto de Soto Haro, resaltando que son diferentes especies, pero del mismo género de las *hibiscus*.

De acuerdo con Sánchez Gamboa (2019), en su trabajo de investigación contenido de antocianinas y actividad antioxidante in vitro de Flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), procedente de Huaura-Huacho, tiene como objetivo identificar la concentración de antocianinas totales y determinar la actividad antioxidante in vitro de (*Hibiscus sabdariffa*), la muestra que se utilizó fue procedente de Huaura -Huacho, el cual pasó por un proceso de secado en sol , se llevó a baño maría para que se deshidrate en su totalidad y después se trituró en el molino, obteniendo (*Hibiscus sabdariffa*) en polvo para los extractos , el método que se utilizó para determinar antocianinas fue el Método pH diferencial en el cual se trabajó con 2 tipos de buffer , uno en pH ácido y otro en pH medio

ácido y se leyó la absorbancia de las muestras diluidas en pH diferentes con el espectrofotómetro con rangos de 400 a 700 nm identificando los picos más altos de las diluciones para que se pueda calcular el contenido total de antocianinas. Los resultados que se obtuvieron y se anotaron en la ficha de recolección de datos para la concentración de antocianinas es  $348.2 \pm 96.7$  mg/100 g de muestra; se puede concluir que (*Hibiscus sabdariffa*) procedente de Huaura tiene un alto contenido de antocianinas. , aplicando la misma metodología para la determinación de antocianinas por Ph diferencial, enfocándonos en la cianidina 3 glucósido, donde se obtuvo mayor extracción de antocianinas es de 70° alcohol y 10% de maltodextrina con un resultado de 490.28 mg de cianidina-3-glucosidico/100 g, entonces con respecto a la comparativa de la (*Hibiscus sabdariffa*) de la provincia Huaura departamento de lima, tiene muy bajo contenido de antocianinas a diferencia de las (*Hibiscus rosa sinensis*) de la provincia de coronel portillo departamento de Ucayali, superando sus resultados. Dado que las antocianinas al ser compuestos hidrosolubles tienden a ser extraídas de la flor a una concentración de alcohol de 70° como solvente y que la maltodextrina a menor concentración llega a encapsular más antocianinas.

De acuerdo con Salazar González, Vergara Balderas, Ortega Regules, & Guerrero Beltrán (2012), en su trabajo de investigación propiedades antioxidantes y color de extractos de (*Hibiscus sabdariffa*), que se desarrolló en México. Los extractos de los cálices deshidratados de (*Hibiscus sabdariffa*) se obtuvieron usando etanol: agua, agua etanol: HCl 1,5 N y etanol al 96% lo que sirvió para determinar compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y contenido de antocianinas por el método alto rendimiento cromatografía líquida (HPLC),



también se utilizó la técnica de pH diferencial para definir el contenido de antocianinas totales. Los resultados del contenido de antocianinas totales es de  $209 \pm 21$  mg/100 g en etanol, ya que se analizó por pH diferencial, aplicando la misma metodología para la determinación de antocianinas enfocándonos en la cianidina 3 glucósido, nuestros resultados en la concentración hidroalcohólica de 70° de alcohol y 5% de maltodextrina, donde se obtuvo mayor extracción de antocianinas es de 490.28 mg de cianidina-3-glucosídico/100 g, entonces mediante nuestros resultados, la aplicación de alcohol a partir de 50° alcohólicos y superior a eso, se va extraer mayor contenido de antocianinas ya que el alcohol es un solvente que ayuda a extraer mejor los compuestos hidrosolubles de la antocianina.

Según Monasterios Yapu (2022), indica en su trabajo de investigación evaluación del proceso de deshidratado de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*). Mediante dos métodos de deshidratado, el objetivo fue evaluar el efecto del deshidratado en las características fisicoquímicas, microbiológicas y contenido de vitamina C. Se evaluó el proceso de deshidratado por convección forzada a 3 temperaturas (40, 50 y 60°C). Respecto a la vitamina C se observó que a medida que se incrementa la temperatura reduce la cantidad de vitamina C (T=40°C, 100,14 g/100g; T=50°C, 80,14 g/100g; T=60°C, 79,39 g/100g) y por deshidratado solar la disponibilidad de vitamina C incrementa respecto de las otras muestras (192,87 g/100g de Vitamina C). A diferencia del proyecto mencionado, nos enfocamos en un secado por atomización, a través de un equipo atomizador con una temperatura de 180°C x 10 -15 min, así como la adición del encapsulante que se tiene que hacer a unos 40 – 45° C x 10 min.,

minimizando así la degradación de la vitamina C por cambios de temperatura, obteniendo mayor contenido de vitamina C en la concentración hidroalcohólica de 70° de alcohol y 5% de maltodextrina ofreciendo así una mayor encapsulación de los compuestos de la vitamina C siendo 9.186 mg de ácido ascórbico / 100g, la (*Hibiscus rosa sinensis*) tiene vitamina C dentro de su composición de la flor, pero no llega a los resultados de la (*Hibiscus sabdariffa*).

## VI. CONCLUSIONES

- Se determinó que el mejor tratamiento para la cuantificación de polifenoles totales es el E3C2 (concentración hidroalcohólica 70° con 10% de maltodextrina) de 80.00 mg EAG/ g, y la de menor contenido de polifenoles fue el E1C2 (concentración hidroalcohólica 30° con 10% de maltodextrina) de 40.75 mg EAG/ g).
- Se determinó que el tratamiento E3C1 concentración hidroalcohólica 70° y maltodextrina al 5% en el proceso de (extracción – maceración) se obtiene mayor contenido de antocianinas con un resultado de 490.28 mg de cianidina-3-glucosídico/ 100 g, a diferencia del tratamiento E1C2 concentración hidroalcohólica de 30° y maltodextrina al 10% dando un resultado menor de 44.86 mg de cianidina-3-glucosídico/ 100 g de muestra respectivamente.
- El tratamiento que obtuvo mayor extracción de vitamina C fue el E3C1 (concentración hidroalcohólica de 70° y maltodextrina al 5%) dando un resultado de 9.186 mg de ácido ascórbico/ 100g de muestra respectivamente.

## VII. RECOMENDACIONES.

- Investigar más sobre la especie (*Hibiscus rosa sinensis*), para determinar otras sustancias bioactivas que se encuentran en su composición, ya que mediante los resultados del presente trabajo de investigación fueron positivos nos proporciona información para próximas investigaciones.
- Realizar estudios con diferentes encapsulantes, así como sus diferentes porcentajes y ver si se puede obtener más compuestos bioactivos en la flor de cucarda (*Hibiscus rosa sinensis*).
- Trabajar con rotavapor para disminuir los grados alcohólicos que superen los 60° para que el encapsulante maltodextrina tenga mayor homogenización.
- Utilizar otras metodologías para la determinación de sustancias bioactivas ya mencionadas en el proyecto de investigación.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Bemiller, J. N., & Whistler, R. L. 1996. Carbohydrates. En O. Fennema, & O. R. Fennema (Ed.), 3ra Edición (3ra ed., págs. 157-224). New York: Food Chemistry.
- Brennan, J., Butters, J., Cowrell, R., & Lily, A. 1980. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. España, Zaragoza: Editorial Acribia.
- Brickell, C., & Zuk, J. 1997. Encyclopedia of garden plants. DK Publishing Book, Primer ed.
- Casquete Castro, G. J. 2017. OBTENCIÓN DE UN PRODUCTO DESHIDRATADO A PARTIR DE LA FLOR DE HIBISCUS (*Rosa sinensis*) Y DETERMINACIÓN DE SUS COMPONENTES DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA, 01-76. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20913/1/401-1267%20-%20producto%20deshidratdo%20a%20partir%20de%20la%20flor%20de%20hibiscus.pdf>
- Cruz Hernández, A., Hernández Sanchez, D., Gómez Vásquez, A., Govea Luciano, A., Pinos Rodríguez, J. M., Álvarez Gonzáles, C. A., . . . Brito Vega, H. 2019. Concentración de taninos y tasa de degradación in vitro de *Morus alba* e *Hibiscus rosa-sinensis*. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/au/v29/2007-9621-au-29-e2197.pdf>
- De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel M., P., Macía, M., & Balslev, H. 2008. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Quito: Herbario QCA.

DIMEFAR. 2021. DIMEFAR. Obtenido de ¿Qué son y cómo se obtienen los extractos de plantas?: <https://dimefar.com/es/blog/que-son-y-como-se-obtienen-los-extractos-de-plantas-n132>

Fernández, L. 2016. Evaluacion de la concentracion de ácido ascórbico en cocona (*solanum sessiliflorum* dunnal), por fotometria. Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza, 2-3. Obtenido de [http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/762/FIA\\_192.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/762/FIA_192.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Fletcher, J. S. 1984. Cellular and subcellular localization in plant metabolism. *Economic Botany* 38. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/BF02858830>

Garcia, M., Fernández Segovia, E., & Fuentes López, I. 2015. Determinación de polifenoles totales por el método de FolinCiocalteu. Universidad Politecnica de Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia>

Garnica Romo, G., & Alcántar Covarrubias, M. 2019. Microencapsulación de Sabores y Aromas. Obtenido de Saber Más: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/259-numero-30/468-microencapsulacion-de-sabores-y-aromas.html>

Google maps. 2023. Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de <https://www.google.com/maps/@-8.3965257,-74.5771537,1028a,35y,75.11h/data=!3m1!1e3?entry=ttu>

Gordón Nuñez, J. C. 10 de Diciembre de 2012. Establecimiento de un protocolo de propagación in vitro a partir de segmentos nodales de cucarda (*Hibiscus rosa sinensis*), como estrategia de reforestación del espacio

público del distrito metropolitano de Quito. Obtenido de Escuela  
Politécnica del Ejército:  
[https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6258/1/T-ESPE-  
034951.pdf](https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6258/1/T-ESPE-034951.pdf)

Gregory, J. F., Belitz, H. D., & Grosh, W. s.f.. Química de los alimentos. Zaragoza.  
Obtenido de [https://sceqa.files.wordpress.com/2014/05/quc3admica-de-  
los-alimentos-fennema.pdf](https://sceqa.files.wordpress.com/2014/05/quc3admica-de-los-alimentos-fennema.pdf)

Gyan, P. 2021. Pharmacy Gyan. Obtenido de [https://pharmacygyan.com/spray-  
dryer/](https://pharmacygyan.com/spray-dryer/)

iNaturalistEc. 2022. Instituto Nacional de Biodiversidad. Obtenido de California  
Academy of Sciences: [https://ecuador.inaturalist.org/taxa/62876-  
Hibiscus-rosa-sinensis](https://ecuador.inaturalist.org/taxa/62876-Hibiscus-rosa-sinensis)

Lopez, C., González Gallardo, C., Guerrero Ochoa, M. J., Mariñp, G., Jácome,  
B., & Beltran Sinchiguano, E. 2019. ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE  
LOS ANTIOXIDANTES DEL VINO DE FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus  
sabdarriffa*) EN EL ALMACENAMIENTO. Revista de Ciencias de la Vida,  
105-118. Obtenido de <http://doi.org/10.17163/lgr.n29.2019.09>

Madame, A., Jacquot, M., Scher, J., & Desobry, S. 2005. Flavour encapsulation  
and controlled release – a review. France: International Journal of Food  
Science and Technology.

Monasterios Yapu, S. P. 2022. EVALUACIÓN DEL PROCESO DE  
DESHIDRATADO DE FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa*)  
MEDIANTE DOS MÉTODOS DE DESHIDRATADO. Universidad Mayor

de San Andrés - Facultad de Agronomía, 20-38. Obtenido de <https://doi.org/10.53287/mhac6591xt42q>

Murillo Pulgarin, J. A., García Bermejo, L. F., & Durán, A. C. 2013. Aplicación de la quimioluminiscencia luminol-perborato-co(II) para la enseñanza de las relaciones estructura-reactividad en moléculas orgánicas. España: Universidad de Castilla - La Mancha.

Nindo, C., Sun, T., Wang, S., Tang, J., & Powers, J. R. 2003. Evaluation of drying technologies for retention of physical quality and antioxidants in asparagus (*Asparagus officinalis*, L.). *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* . Obtenido de [http://dx.doi.org/10.1016/S0023-6438\(03\)00046-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0023-6438(03)00046-X)

Orna Chávez, J. E. 2012. Estandarización del diseño de secadores por aspersion de materiales pastosos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 11.

Ozmen, A. 2010. Cytotoxicity of *Hibiscus rosa-sinensis* flower extract.

Pacheco, C. F., Pinto, C. I., Ramirez, A. D., Peraza, M. M., & Orosco, V. C. 2020. COMPUESTOS BIOACTIVOS Y EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE CÁLICES Y HOJAS DE (*Hibiscus sabdariffa*) LINN. *Bio Scientia*, 1-7. Obtenido de <https://revistas.usfx.bo/index.php/bs/article/view/332/266>

Paredes Tuanama, H. S. 2018. Cuantificación de antocianinas por el método de pH diferencial del fruto de la uva Isabella (*Vitis labrusca*) procedente del distrito de San Antonio de Cumbaza. Universidad Nacional de San Martín - Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, 26-28.



Petre, A. 2019. ¿Qué son los polifenoles? Tipos, beneficios y fuentes de alimentos. Healthline. Obtenido de <https://www.healthline.com/nutrition/polyphenols>

Saavedra Baca, J. D., & Tavera Guerrero, C. P. 2014. MICROENCAPSULACIÓN Y SU EFECTO EN LA RETENCIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA MASHUA (TROPAEOLUM TUBEROSUM) SECADA POR ATOMIZACIÓN. LAMBAYEQUE. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/41113/Saavedra%20-%20T%C3%A1vara.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Saikia, S., Mahnot, N. K., & Mahanta, C. L. 2015. Optimisation of phenolic extraction from Averrhoa carambola pomace by response surface methodology and its microencapsulation by spray and freeze drying. Food Chemistry, 144 - 152. Obtenido de Optimisation of phenolic extraction from Averrhoa carambola pomace by response surface methodology and its microencapsulation by spray and freeze drying.

Salazar González, C., Vergara Balderas, F., Ortega Regules, A., & Guerrero Beltrán, J. 2012. Antioxidant properties and color of (Hibiscus sabdariffa) extracts. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5343390>

Sánchez Gamboa, J. V. 2019. Contenido de antocianinas y actividad antioxidante in vitro de (Hibiscus sabdariffa) flor de jamaica procedente de Huaura-Huacho. Trujillo: Universidad César Vallejo - Facultad de Ciencias Médicas. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/40383>

- Shaefer, A. 19 de Junio de 2017. Healthline. Obtenido de ¿Es la maltodextrina mala para mí?: <https://www.healthline.com/health/es/maltodextrina>
- Shang, A., Huwiler, K., Nartey, L., Juni, P., & Egger, M. 2007. Placebo-controlled trials of Chinese herbal medicine and conventional medicine—comparative study. *International Journal of Epidemiology*, Volume 36.
- Soto Haro, M. A. 2022. Métodos de extracción de compuestos fenólicos presentes en el cáliz de la flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y su actividad antioxidante. Universidad Central Ecuador - Facultad de Ciencias Químicas, 1-102. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/29105/1/UCE-FCQ-CQF-SOTO%20MAYRA.pdf>
- Tomas, J. R. 1998. Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos. La Habana, Cuba: Científico-Técnica.
- Vega, A., & Lemus, R. 2006. Modelado de la cinética de secado de la papaya chilena (*Vasconcellea pubescens*). *Información Tecnol*, 23-31.
- Wong, D. 1995. Química de los Alimentos - Mecanismos y teorías. Sevilla - España.

## **IX. ANEXOS**

## ANEXO 1

**Cuadro 1A. Preparación de la curva patrón de ácido gálico para la cuantificación de polifenoles totales.**

N° de tubos	Ácido Gálico (μL)	Solución extractora (μL)	Concentración de Ácido Gálico (mg/mL)	H <sub>2</sub> O (μL)	Folin-Ciocalteu (μL)	NaCO <sub>3</sub> (μL)
Blanco	0	200	0,00			
1	40	160	0,02			
2	80	120	0,04			
3	120	80	0,06	1500	100 <sup>A</sup>	200 <sup>B,C</sup>
4	160	40	0,08			
5	200	0	0,10			

<sup>A</sup>: Agitar y reposar por 5 min,

<sup>B</sup>: Agitar y reposar por 30 min. (Ambiente oscuro)

<sup>C</sup>: Lectura en el Espectrofotómetro a 765nm.

**Cuadro 2A. Preparación para la cuantificación de polifenoles totales en base a la muestra.**

N° de tubos	Extracto (μL)	H <sub>2</sub> O (μL)	Folin-Ciocalteu (μL)	NaCO <sub>3</sub> (μL)
A	200			
B	200			
C	200	1500	100 <sup>A</sup>	200 <sup>B,C</sup>
D	200			

<sup>A</sup>: Agitar y reposar por 5 min,

<sup>B</sup>: Agitar y reposar por 30 min. (Ambiente oscuro)

<sup>C</sup>: Lectura en el Espectrofotómetro a 765nm.

**Cuadro 3A. Preparación de los reactivos para la determinación de antocianinas.**

Fiola 250 ml	Agua Destilada (µL)	Cloruro de Potasio 0.025 M	Acetato de Sodio 0.4 M	Hcl	Observación
A	240 ml	0.466 g		Llevar el Ph a 1.0	Aforar a 250 ml con agua destilada
B	240 ml		8.203 g	Llevar el Ph a 4.5	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

**Cuadro 4A. Preparación para la cuantificación de antocianinas en base a la muestra.**

Fiola 250 ml	Agua Destilada (µL)	Extracto (µL)	Cloruro de Potasio 0.025 M (µL)	Acetato de Sodio 0.4 M (µL)	Leer en espectro
Blanco	1000				
A		200	800		520 nm 700nm
B		200		800	520 nm 700nm

Fuente: Elaboración propia, 2023.

**Cuadro 5A. Preparación de la curva patrón de ácido ascórbico para la cuantificación de vitamina C.**

N° de tubos	Ácido Ascórbico (µL)	Ácido Oxálico (µL)	Concentración de Ácido Gálico (mg/mL)	2,6 Diclofenolindofenol (µL)
Blanco	0	1000	00	
1	10	990	10	
2	20	980	20	
3	30	970	30	900 <sup>A,B</sup>
4	40	960	40	
5	50	950	50	

<sup>A</sup>: Agitar y reposar por 30 min. (Ambiente oscuro)

<sup>B</sup>: Lectura en el Espectrofotómetro a los 15 seg. a 515nm.

**Cuadro 6A. Preparación para la cuantificación de Ácido Ascórbico en base a la muestra.**

N° de tubos	H <sub>2</sub> O (µL)	Extracto (µL)	2,6 Diclofenolindofenol (µL)
Blanco	1000	-	-
A	-	100	
B	-	100	900 <sup>A,B</sup>
C	-	100	

<sup>A</sup>: Agitar y reposar por 30 min. (Ambiente oscuro)

<sup>B</sup>: Lectura en el Espectrofotómetro a los 15 seg. a 515nm.

## ANEXO 2

**Cuadro 7A. Resultado de los análisis fisicoquímicos del atomizado de flor de cucarda.**

Análisis	30° Alcohol		50° Alcohol		70° Alcohol	
	5% Malt.	10% Malt.	5% Malt.	10% Malt.	5% Malt.	10% Malt.
Humedad (%)	6	6	6	6	6	6
Ph	5.33	5.33	5.88	5.68	5.12	5.40
Grados Brix (°)	5.4	5.1	4.9	5.3	5.3	5.1
Acidez (%)	0.03	0.02	0.05	0.03	0.02	0.04

Fuente: Elaboración propia, 2023.

**Cuadro 8A. Análisis de varianza del contenido de polifenoles totales del atomizado de flor de cucarda en diferentes concentraciones de maltodextrina.**

Fuente	Suma de Cuadrados	Grado de Libertad	C.M	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
<b>A: Grados Alcohólicos</b>	1725.14	2	862.569	1090.66	0.0000
<b>B: Porcentaje de Maltodextrina</b>	400.445	1	400.445	506.34	0.0000
<b>INTERACCIONES</b>					
<b>AB</b>	1003.1	2	501.548	634.17	0.0000
<b>RESIDUOS</b>	9.4904	12	0.790867		
<b>TOTAL (CORREGIDO)</b>	3138.17	17			

S.C = Suma de cuadrados; G.L = Grado de libertad; C.M = Cuadrado Medio  
Elaboración propia, 2023.

**Cuadro 9A. Análisis de varianza del contenido de vitamina C del atomizado de flor de cucarda en diferentes concentraciones de maltodextrina.**

Fuente	Suma de Cuadrados	Grado de Libertad	C.M	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
<b>A: Grados Alcohólicos</b>	22.8576	2	11.4288	288.40	0.0000
<b>B: Porcentaje de Maltodextrina</b>	8.04406	1	8.04406	202.99	0.0000
<b>INTERACCIONES</b>					
<b>AB</b>	3.96595	2	1.98297	50.04	0.0000
<b>RESIDUOS</b>	0.475535	12	0.0396279		
<b>TOTAL (CORREGIDO)</b>	35.3431	17			

S.C = Suma de cuadrados; G.L = Grado de libertad; C.M = Cuadrado Medio  
Elaboración propia, 2023.

**Cuadro 10A. Análisis de varianza del contenido de antocianinas del atomizado de flor de cucarda en diferentes concentraciones de maltodextrina.**

Fuente	Suma de Cuadrados	Grado de Libertad	C.M	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
<b>A: Grados Alcohólicos</b>	418279.	2	209139.	6580.38	0.0000
<b>B: Porcentaje de Maltodextrina</b>	27275.1	1	27275.1	858.19	0.0000
<b>INTERACCIONES</b>					
<b>AB</b>	20768.4	2	10384.2	326.73	0.0000
<b>RESIDUOS</b>	381.387	12	31.7823		
<b>TOTAL (CORREGIDO)</b>	466704.	17			

S.C = Suma de cuadrados; G.L = Grado de libertad; C.M = Cuadrado Medio  
Elaboración propia, 2023.



### Anexo 3

Evidencias fotográficas de la extracción y atomización de la flor de cucarda (*Hibiscus rosa sinensis*).



**Figura 1A.** Recolección de las flores de cucarda (*Hibiscus rosa sinensis*)



**Figura 2A.** Recepción de las flores.



**Figura 3A.** Lavado de las flores.



**Figura 4A.** Selección de las flores de cucarda.



**Figura 5A.** Pesado total de las flores de Cucarda.



**Figura 6A.** Pesado de las flores de cucarda en 100 gramos.



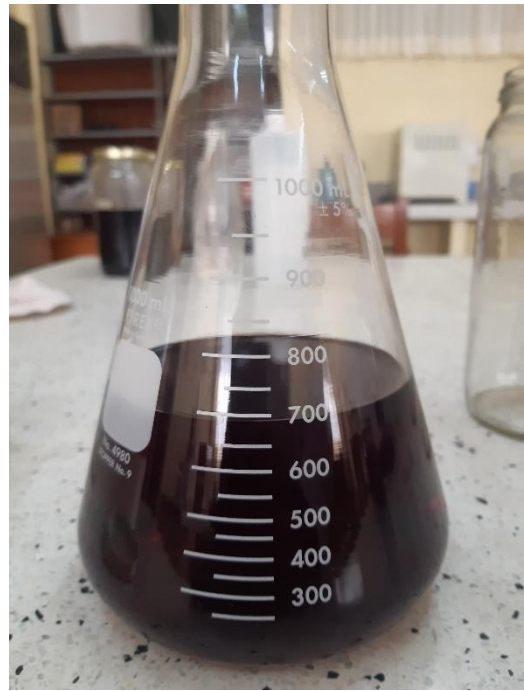
**Figura 7A.** Adición de 1 Litro de alcohol en los frascos con las flores de cucarda.



**Figura 8A.** Proceso de extracción hidroalcohólica de 30°, 50°, 70° y maceración de 48 horas.



**Figura 9A.** Proceso de filtrado.



**Figura 10A.** Producto filtrado



**Figura 11A.** Encapsulante "Maltodextrina".



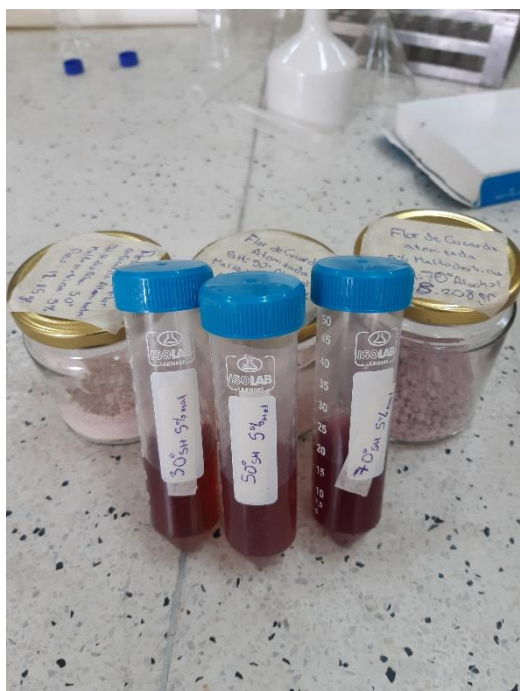
**Figura 12A.** Adición de maltodextrina al 5% y 10%.



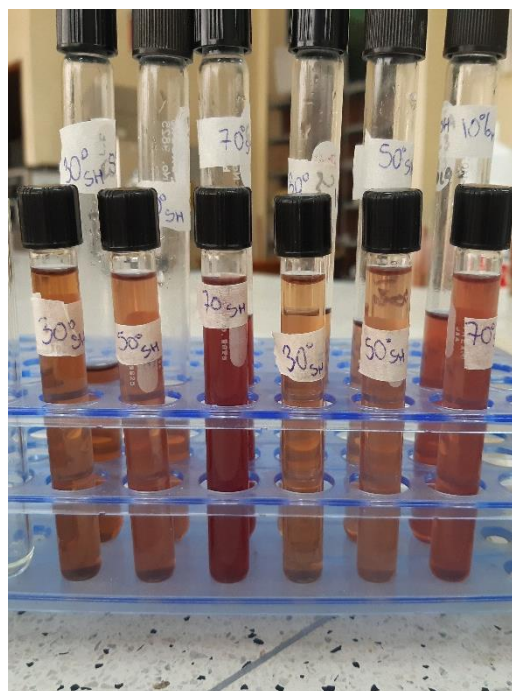
**Figura 13A.** Atomización del extracto de flor de cucarda en diferentes concentraciones de maltodextrina.



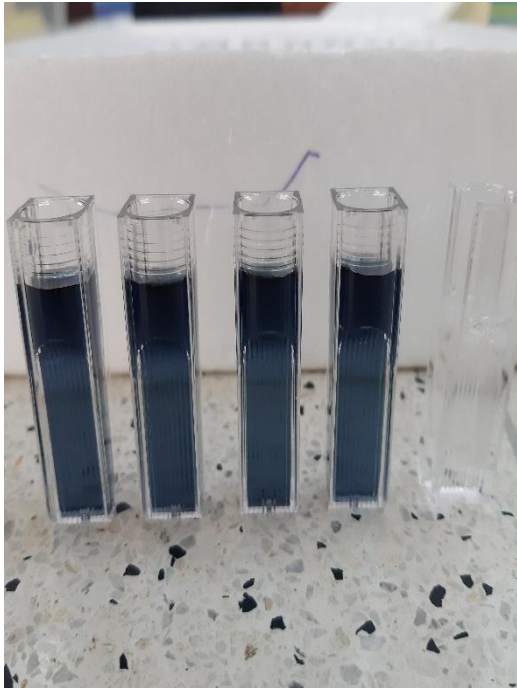
**Figura 14A.** Muestra atomizada.



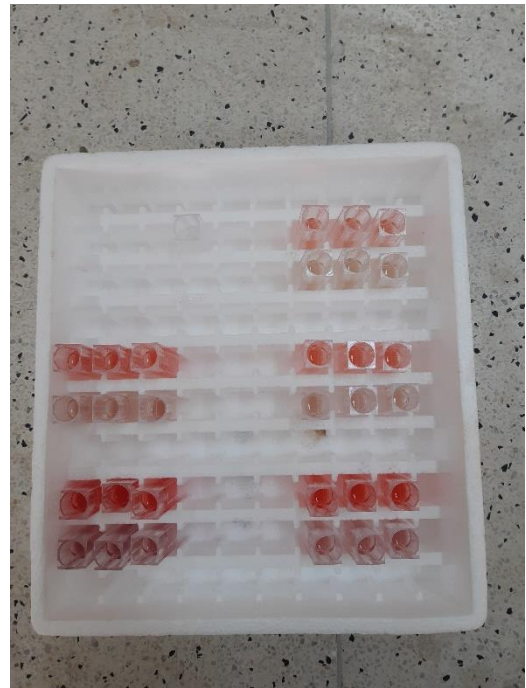
**Figura 15A.** Preparación de las muestras atomizadas para los análisis.



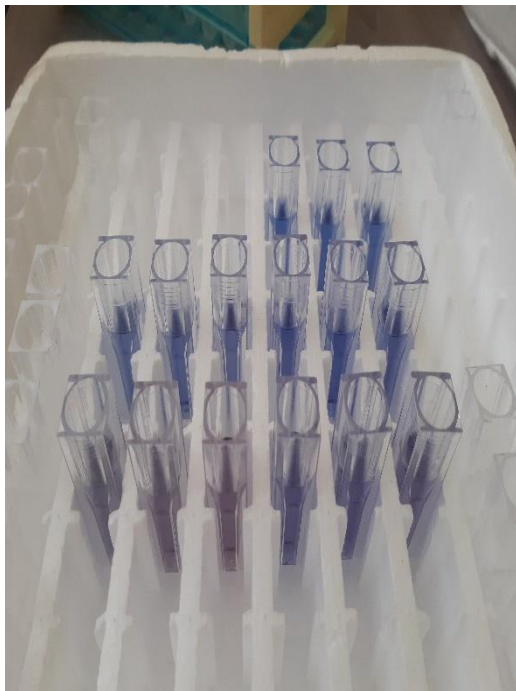
**Figura 16A.** Muestras atomizadas para la determinación de sustancias bioactivas.



**Figura 17A.** Determinación de Polifenoles.



**Figura 18A.** Determinación de Antocianinas.



**Figura 19A.** Determinación de Vitamina C.



**Figura 20A.** Uso del Espectrofotómetro.