



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

TESIS

**“MICROENCAPSULACIÓN DEL JUGO DE MORA (*Rubus glaucus*) USANDO
GOMA GARROFIN EN EL PROCESO DE ATOMIZACIÓN”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

AUTORAS:

Bachiller: DEYSI JAZMÍN ANANY SANTOS CUBAS

Bachiller: LOURDES MELINNA SANTOS CUBAS

ASESOR:

Ing. HÉCTOR LORENZO VILLA CAJAVILCA

Lambayeque – Perú

2021



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

TESIS

**“MICROENCAPSULACIÓN DEL JUGO DE MORA (*Rubus glaucus*)
USANDO GOMA GARROFIN EN EL PROCESO DE ATOMIZACIÓN”**

AUTORAS:

Bach.: DEYSI JAZMÍN ANANY SANTOS CUBAS

Bach.: LOURDES MELINNA SANTOS CUBAS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

APROBADO POR:

Dra. Tarcila Amelia Cabrera

PRESIDENTE

Dr. Luis Pozo Suclupe

SECRETARIO

Ing. M.Sc. Julio Tirado

VOCAL

Ing. Héctor L. Villa Cajavilca

ASESOR

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis a Dios por guiarnos en cada paso que hemos dado, por cuidarnos y darnos la fortaleza para continuar. A nuestros padres, por su apoyo y amor incondicional, depositando siempre su entera confianza en cada reto que se nos presenta. A nuestra hermana menor quien nos brindó su apoyo y cariño. Y a nuestro abuelo, un abrazo hasta el cielo. Los amamos. Deysi Jazmín Anany Santos Cubas y Lourdes Melinna Santos Cubas.

Anany y Lourdes

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por ser nuestro guía, por brindarnos sabiduría y perseverancia para culminar exitosamente nuestras metas propuestas.

A nuestros padres por su amor, consejos y apoyo incondicional, para no desistir y continuar a pesar de las dificultades que se presentaron. A nuestra familia por su motivación y confianza.

Agradecemos a nuestro asesor Ing. Héctor Lorenzo Villa Cajavilca quien con su conocimiento y experiencia nos orientó en la investigación.

Anany y Lourdes

ÍNDICE

Pág.

RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES Y BASES TEÓRICAS	3
Antecedentes	3
Base Teórica.....	4
2.1.1 Mora	4
2.1.2 Composición nutricional	5
2.1.3 Algarrobo	8
2.1.4 Microencapsulación	15
III. METODOS Y MATERIALES	23
3.1 Lugar de Ejecución	23
3.2 Población y Muestra	23
3.3 Materiales	23
3.4 Métodos	27
3.4.2 Goma garrofin.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1 Caracterización de la mora y goma de algarrobo	34
4.2 Caracterización del producto terminado	40
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
5.1 CONCLUSIÓN.....	46
5.2 RECOMENDACIÓN	47
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

ANEXOS	54
ANEXO 1: ANÁLISIS DEL PRODUCTO	54
1. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	54
2. DETERMINACIÓN DE HIGROSCOPICIDAD	54
3. DETERMINACIÓN DE SOLUBILIDAD	55
ANEXO 2: IMÁGENES DEL PROCESO	56
ANEXO 3: Balance de Masa	60
ANEXO 4: Resultados de la evaluación sensorial	66
4.1 Evaluación del Rendimiento	66
4.2 Evaluación del contenido de humedad	69
4.3 Evaluación de la higroscopicidad	75
4.4 Evaluación de la solubilidad	80

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Composición de la mora de castilla	6
Tabla 2 Características biométricas del fruto de mora de oso	7
Tabla 3 Caracterización de la pulpa de mora de Castilla.....	7
Tabla 4 Composición nutricional del fruto de algarrobo	10
Tabla 5 Niveles de Variables de Estudio	25
Tabla 6 Composición proximal de la mora.....	34
Tabla 7 Características biométricas del fruto de mora.....	36
Tabla 8 Composición proximal del jugo de mora.....	37
Tabla 9 Análisis físico y químico del jugo mora	37
Tabla 10 Características biométricas y de humedad de la vaina de algarrobo	39
Tabla 11 Rendimiento de los tratamientos.....	40
Tabla 12 Contenido de Humedad	41
Tabla 13 Higroscopicidad	43
Tabla 14 Solubilidad	44
Tabla 15 Contenido de antocianina del zumo de mora y mejor tratamiento	45

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Clasificación por grado de madurez</i>	8
Figura 2 <i>Vaina de algarroba</i>	11
Figura 3 <i>Partes de la vaina de algarroba madura</i>	12
Figura 4 <i>Etapas de un proceso de secado por atomización</i>	17
Figura 5 <i>Evolución de la temperatura de la gota durante el secado</i>	18
Figura 6 <i>Esquema de funcionamiento de un mini spray dryer Buchi B-290</i>	19
Figura 7 <i>Principio de funcionamiento para la muestra de alimentación y dispersión</i>	20
Figura 8 <i>Diagrama de flujo de la microencapsulación del jugo mora usando goma garrofin</i>	30
Figura 9 <i>Esquema experimental de la microencapsulación del jugo de mora usando goma garrofin</i>	31

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la microencapsulación del jugo de mora (*Rubus glaucus*) usando como encapsulante (goma garrofin), en el proceso de atomización, formuladas con tres concentraciones 10, 20 y 30% de goma y tres temperaturas de deshidratación (120, 150 y 180 °C). El jugo de mora analizado contiene 87 % de Humedad, 0,5 % de proteína, 0,1 % de grasa, 12,2 % de carbohidratos y 0,2 % de ceniza; del mismo modo presento 2,89 de pH, 1,170 % de acidez titulable, 1,01 g/ml de densidad y 7,5 °Brix,

En la deshidratación por atomización del jugo de mora, de los nueve tratamientos formulados se pudo determinar que el mayor rendimiento obtenido corresponde al tratamiento T3 en el que se ha usado 30 % de goma de algarrobo a 120 °C de temperatura, con una significancia del 5%, se puede afirmar que no hay efecto de la temperatura sobre el rendimiento promedio de la mora atomizada, .asimismo se puede afirmar que los niveles de concentración de goma de algarrobo de mayor eficacia en el rendimiento corresponden al 20 % o al 30% pudiéndose elegir cualquiera de las dos concentraciones.

Con respecto al contenido de humedad de los distintos tratamientos formulados se puede apreciar que mientras más se aumenta la temperatura de atomización menor es el porcentaje de humedad al igual que al incrementar el contenido de goma, con una significancia del 5%, se concluye que hay efecto de la temperatura sobre la humedad promedio de la mora atomizada.

La evaluación del producto atomizado con respecto al contenido de humedad, solubilidad, higroscopicidad, el T1 en el que se ha usado 10 % de goma de algarrobo a 120 °C de temperatura presenta mejores condiciones, obteniendo 6,07% de humedad, 81,37 % de solubilidad y 18,23 % de higroscopicidad y presenta en antocianina 0,215 mg de cianidina-3-glucósido/g de microencapsulado.

Palabras claves: Mora, goma de algarrobo, microencapsulación, atomización.

ABSTRACT

In the present investigation, the microencapsulation of blackberry juice (*Rubus glaucus*) was evaluated using as encapsulant (locust bean gum), in the atomization process, formulated with three concentrations 10, 20 and 30% of gum and three dehydration temperatures (120, 150 and 180 ° C). The analyzed blackberry juice contains 87% moisture, 0.5% protein, 0.1% fat, 12.2% carbohydrates and 0.2% ash; in the same way I present 2.89 pH, 1.170% titratable acidity, 1.01 g / ml density and 7.5 °Brix

In the dehydration by atomization of the blackberry juice, of the nine formulated treatments it was possible to determine that the highest yield obtained corresponds to treatment T3 in which 30% of carob gum has been used at 120 °C of temperature, with a significance of 5 %, it can be affirmed that there is no effect of temperature on the average yield of the atomized blackberry, it can also be affirmed that the levels of concentration of locust bean gum of greater efficiency in the yield correspond to 20% or 30%, choose either of the two concentrations.

Regarding the moisture content of the different formulated treatments, it can be seen that the more the atomization temperature is increased, the lower the percentage of moisture, as well as increasing the rubber content, with a significance of 5%, it is concluded that there is effect of temperature on the average humidity of the atomized blackberry.

The evaluation of the atomized product with respect to the moisture content, solubility, hygroscopicity, the T1 in which 10% locust bean gum has been used at a temperature of 120 °C presents better conditions, obtaining 6.07% humidity, 81.37 % solubility and 18.23% hygroscopicity and presents in anthocyanin 0.215 mg of cyanidin-3-glucoside / g of microencapsulate.

Keywords: Blackberry, carob gum, microencapsulation, atomization.

I. INTRODUCCIÓN

“La economía de países latinoamericanos depende en gran medida de la producción y comercialización de productos agrícolas entre los cuales se destacan las frutas y hortalizas” (Ayala et al., 2013; p. 11).

La mora de castilla (*Rubus glaucus*) es un fruto no climatérico (no dependiente del etileno), altamente perecedero y que presenta elevadas pérdidas poscosecha (Ramírez, 2012; Ayala et al., 2013; citado por María Guzmán et al., 2018; p. 67). Durante su almacenamiento, el ablandamiento de la pulpa ocurre muy rápidamente durante los primeros días después de cosechado el fruto. Esta pérdida de firmeza, es la principal limitante del tiempo de conservación. Consecuentemente su vida de anaquel es corta (3-5 días a 0-1 ° C y 80-95 % HR), registrándose pérdidas postcosecha entre 70 - 80% (Ramírez, 2012; Ayala et al., 2013; Villegas et al., 2016; citado por María Guzmán et al., 2018; p. 67). En los sitios de venta donde las temperaturas de refrigeración son superiores a los 5 °C la senescencia del fruto se acelera, acortando su vida útil a 1-2 días, y haciendo visibles numerosos cambios como: reblandecimiento, elevada coloración, deshidratación, contaminación por mohos etc. (Kaume et al., 2012; citado por María Guzmán et al., 2018; p. 67). Estos cambios postcosecha están asociados con cambios bioquímicos que conducen a la maduración del fruto y su manifestación depende de diversos factores como: temperatura de almacenamiento, carga microbiana, daños del fruto entre otros (Villegas et al., 2016; citado por María Guzmán et al., 2018; p. 67).

“Diferentes investigaciones han informado que los beneficios para la salud de la antocianina se centran en la actividad antioxidante y antiinflamatoria, el riesgo reducido de enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular, cáncer y envejecimiento” (Ordóñez-Santos et al., 2019; p. 368).

La deshidratación en alimentos, reduce el peso y volumen facilitando el empaque y transporte. Permitiendo el almacenamiento de productos en muchos casos bajo condiciones ambientales críticas, característica de especial importancia en países tropicales. Sin embargo este proceso debe ser bien controlado, ya que puede alterar las propiedades fisicoquímicas del producto y llevar a pérdidas de nutrientes, especialmente la vitamina C, en el caso de las frutas (Márquez y Ciro, 2002; p. 1588), una alternativa de reducir estos efectos es utilizar la deshidratación por atomización.

Para la atomización del extracto de mora es indispensable la aplicación de aditivos con fin tecnológico, hecho indispensable para reducir las características termoplásticas de este, ya que debido al alto contenido de azúcares se funden a altas temperaturas y se produce la caramelización, las cuales ocasionan la adhesión a las paredes de la cámara de secado y al ciclón (Robayo, 2000), por ello una alternativa es emplear la goma de algarrobo que permitiría reducir la caramelización.

La goma garrofín, con número E-410, se extrae de la harina de las semillas del algarrobo y se utiliza como espesante. Es parcialmente soluble en agua fría, pero alcanza su máxima funcionalidad tras calentar la solución de goma garrofín hasta temperaturas de 85-90°C (Delgado y Ramiro, 2012; p. 15).

La mora contiene componentes bioactivos que son buenos para la salud, son sensibles a los efectos de la temperatura por ello se pretende usar la goma garrofin para encapsular estos componentes y evitar su pérdida en el proceso de atomización.

El objetivo general es “evaluar la concentración de goma garrofin en el secado por atomización del jugo de mora”; y se plantean como objetivos específicos “caracterizar el jugo de mora”; “caracterizar el producto obtenido”, “realizar el análisis comparativo del producto final sin uso de goma garrofin y con uso de goma garrofin”.

II. ANTECEDENTES Y BASES TEÓRICAS

Antecedentes

Leandro y Chanco, (2020) en su estudio “Evaluación de la microencapsulación por atomización en el contenido de polifenoles de huacatay (*Tagetes minuta* L.) Obtenido por ultrasonido” al evaluar el efecto de las variables se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) donde se obtuvo una menor degradación a una concentración de maltodextrina de 7%, temperatura de aire de entrada de 150°C y caudal de alimentación de 10%, siendo este el mejor tratamiento de conservación con 5274.71 mg EAG / 100 g muestra y 1152.36 mg Eq. Trolox /100 g muestra, finalmente se estableció las características fisicoquímicas cuyos valores son 9.113 % humedad, 23.65% higroscopicidad, 81.43% solubilidad, 10.032% rendimiento, así mismo no evidencia diferencia significativa para la densidad aparente ($p > 0.05$).

Huertas y Moreno, (2016) señalan en su estudio "Optimización del proceso de atomización del zumo de toronja (*Citrus paradisi*)" que se trabajó con fruta madura, de la cual se extrajo el zumo con la ayuda de un extractor. Este zumo tuvo las siguientes características: Grados Brix 14.00, pH 3.52, acidez total 1.26 % (en base al ácido cítrico), y 42.81 mg de Ácido ascórbico/100ml de zumo. Este zumo fue concentrado a 20° Brix, elevando el contenido del material activo (ácido ascórbico) y otros componentes. Los dos encapsulantes empleados fueron usados en base a las siguientes formulaciones: 100% M; 75% M + 25% G; 50% M + 50% G; 25% M + 75 G% y 100% G; todos estos porcentajes en base al contenido de sólidos solubles del zumo concentrado. Estas formulaciones fueron deshidratadas por atomización con el fin de poder ver la mayor retención de la vitamina C, obteniéndose mejores resultados con 100% de Goma arábiga con una retención de 96.75% de vitamina C.

Figuerola et al., (2016) describen en su estudio “ Microencapsulación mediante secado por aspersión de aceite de mora (*Rubus glaucus*) extraído con CO₂ supercrítico”, que se extrajo

aceite a partir de semillas de mora empleando fluidos supercríticos, se microencapsuló mediante secado por aspersión y se evaluó la influencia de diferentes condiciones de operación en el rendimiento y la eficiencia del proceso. La goma arábiga resultó ser el mejor encapsulante entre los tres estudiados. Se obtuvieron microcápsulas con tamaños entre 8,2 y 14 μm , con superficie continua en las paredes y ausencia de poros. Se comprobó que la microencapsulación con los tres encapsulantes permitió proteger el aceite y conservar mayoritariamente su perfil de ácidos grasos.

Caro, (2015) señala en su estudio “Evaluación de la retención de vitamina c y su capacidad antioxidante empleando agentes encapsulantes en el zumo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) atomizado”, que el empleo de encapsulantes en la etapa de atomización en base a una proporción de 0 a 100% de Maltodextrina y Goma Arábiga luego de la evaluación estadística se llega a establecer que la mejor mezcla para la retención de ácido ascórbico fue de 25%M y 75%GA, a una temperatura de secado de 165°C; logrando una retención de 3.46mg/l representando el 78.50%; mientras que para la retención de capacidad antioxidante fue con un 100% de GA, a una temperatura de secado de 150°C; logrando una retención de 7.711 unmol/gr representando el 90.03%.

Base Teórica

2.1.1 Mora

Robayo, (2000) menciona que “la mora de Castilla (*Rubus Glaucus*) se origina en las zonas tropicales altas de América, se encuentra principalmente en Ecuador, Colombia, Panamá, Salvador, Honduras, Guatemala, México, Estados Unidos” (p. 5).

Mertz et al., (2007) citado por (Villacrez, 2013) describen que “la mora de Castilla *Rubus glaucus* fue descubierta por Hartw y descrita por Benth. Es originaria de las zonas altas tropicales de América y se cultiva principalmente en Colombia, Ecuador, Panamá, Guatemala, Honduras, México y Salvador” (p. 29).

Para los cultivos comerciales de mora de Castilla, se obtienen los mejores resultados en altitudes entre 1.800 y 2.600 msnm, que se clasifican como zonas de clima frío moderado, con temperaturas promedios entre 12 y 18 °C. La mora se adapta a una amplia gama de suelos, siempre y cuando estén provistos de buen drenaje; sin embargo, la disponibilidad de agua debe ser suficiente, al igual que el contenido de materia orgánica y arcilla. El cultivo se desarrolla mejor en terrenos ligeramente ácidos, con un pH entre 5,2 y 6,7, considerándose el más apropiado aquél cercano a 5,7. (CCI, 2001 y 1999; citado por Sora et al., 2006; p. 307)

Bedoya, et al., (2004) describen que “la mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) es un producto agrícola de gran demanda en el país, por sus características organolépticas, las cuales permiten elaborar productos alimenticios procesados conservando su valor nutritivo y características sensoriales” (p. 2).

Franco y Giraldo, (2000) citado por Gómez et al., (2005) mencionan que, “la fruta está formada por múltiples drupas y dentro de cada drupa hay una semilla. Maduran de manera dispareja porque la floración no es homogénea. Cuando maduran su color va de rojo a púrpura” (p. 2965).

2.1.2 Composición nutricional

La tabla 1 muestra la composición química de la mora. Las moras son frutas con bajo valor calórico por su escaso aporte de carbohidratos. Sin embargo, son muy ricas en vitamina C, aportan fibra, potasio, hierro y calcio (estos dos últimos de menor calidad que los de origen animal), taninos (sustancias con acción astringente) y diversos ácidos orgánicos. Se caracterizan por su contenido de pigmentos naturales, tales como las antocianinas que son sustancias con acción antioxidante. Los antocianos son los responsables del color en la mora y junto con el ácido oxálico y el ácido málico se encargan de otorgar su sabor. Adicionalmente contienen fibra, incluyendo el tipo conocido por el nombre de pectina. (Llanga, 2018).

Tabla 1

Composición de la mora de castilla por cada 100 g de pulpa sin semilla

Factor nutricional	Unidades	Mora de castilla	Mora
Ácido ascórbico	Mg	8	15
Agua	g	92,8	93,3
Calcio	Mg	42	18
Calorías	Cal	23	23
Carbohidratos	G	5,6	5,6
Cenizas	G	0,4	0,4
Fibra	G	0,5	0,5
Fósforo	Mg	10	14
Grasa	G	0,1	0,1
Hierro	Mg	1,7	1,2
Niacina	Mg	0,3	0,4
Proteínas	G	0,6	0,6
Rivoflavinas	Mg	0,05	0,04
Tiamina	Mg	0,02	0,02

Nota. Recuperado de Faraningo (2010), Citado por (Llanga, 2018) en la pág.. 24.

2.1.2.1 Caracterización biométrica de la mora de oso (*Roubus sp*)

Gúpioc y Tejada (2014) señalan que, “las características biométricas del fruto de mora de oso (*Rubus sp.*) En estado de madurez 3 y 4...como una mora en estado de madurez óptimo según la Norma Técnica Colombiana 4106 se muestra en la Tabla 2” (p. 10).

Tabla 2

Características biométricas del fruto de mora de oso

Característica biométrica	Estado de madurez óptima
Peso (g)	(12,57;16,22)
Longitud (cm)	(3,87;4,40)
Diámetro mayor (cm)	(2,58;2,96)
Diámetro menor (cm)	(1,71 ;2,29)
Diámetro medio (cm)	(2,26;2,80)

Nota. Recuperado de “Caracterización fisicoquímica de la pulpa de mora de oso (*Rubus* sp.) y evaluación de la vida útil a diferentes temperaturas de conservación” de Gúpioc y Tejada (2014) en la pág. 11 .

2.1.2.2 Caracterización de la pulpa de mora

En la Tabla 3, se presentan los resultados obtenidos para la caracterización de la pulpa de mora de Castilla (*Rubus glaucus*).

Tabla 3

Caracterización de la pulpa de mora de Castilla

Prueba	Promedio
Sólidos solubles totales (Brix)	6,0
pH	2,91
% de acidez (expresado como ácido málico)	2,6
Densidad (g ml ⁻¹) a 20 °C	0,99
Viscosidad (Cp) a 5 rpm, torque 53%, sp 5 a 20 °C	4195

Nota. Recuperado de “Licor de mora de castilla (*Rubus glaucus benth*) con diferentes porcentajes de pulpa” de Gómez et al., (2005) pág, 7.

2.1.2.3 Clasificación de mora por grado de madurez

En la figura 1 se puede observar la clasificación de la mora por grado de madurez

GM*	Características	
GM 1	Fruto de color amarillo verdoso con ¼ de área rosado	
GM 2	Frutos con mitad de área amarillo verdoso y mitad rosada	
GM 3	Fruto de color rojo	
GM 4	Fruto de color rojo con ¼ de área rojo intenso	
GM 5	Fruto con mitad de área roja y mitad morada	
GM 6	Fruto morado oscuro	

* Grado de Madurez.

Figura 1

Clasificación por grado de madurez

Nota. NTC 4106, “Caracterización fisicoquímica de mora de castilla (*Rubus glaucus benth*) en seis estados de madurez “ tomado de Ayala et al., (2013) pág. 13.

2.1.3 Algarrobo

Según los estudios de la FAO, de la subfamilia *Prosopis* forman parte las especies *Prosopis pallida*, *affinis*, *chilensis* o *julinflora*, nativas de los desiertos de Chile, Argentina y Perú, pero también presentes en Ecuador y Colombia (Cairati, 2013).

El algarrobo *Prosopis pallida* es un árbol leguminoso cuyas raíces crecen hasta 60 metros de profundidad y llegan al nivel freático para obtener agua (FAO, s.f.). Su crecimiento se da en un rango de altitud de 0 a 1 500 msnm, mientras que su presencia se registra en más de diez departamentos peruanos, llegando a los límites, como Tacna y Tumbes, aunque se restringe más desde Áncash hasta Tumbes. (Dostert et al., 2012; citado por Cuentas y Salazar, 2017)

Los algarrobales son los bosques más importantes de la costa norte. Sus características de adaptabilidad a las condiciones desérticas del medio, su crecimiento en zonas con

condiciones especiales de suelos pobres y carencia de agua, permiten que esta especie se desarrolle en los desiertos de Chicama (Trujillo), Olmos (Lambayeque) y Sechura Piura, cubriendo así una extensa franja de la costa norte, llegando inclusive hasta tumbes. (Pazo y Pazo, 2009)

2.1.3.1 Taxonomía

Cronquist (1981) citado por Cardenas, (2017) describen que, el sistema de Clasificación de es el siguiente (p. 6):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub clase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Mimosoideae

Género: Prosopis

Especie: Prosopis pallida (Humboldt & Bompland ex Willadenow) H.B.K.

Nombre Común: "Algarrobo" (Costa Norte y Central del Perú), "Huarango" (Departamento de Ica), "Algarrobo americano" (Puerto Rico), "Kiawe" (Hawai)", (p. 6).

2.1.3.2 Composición del fruto del algarrobo

Los frutos son vainas rectas o algo curvadas, de 16 a 28 cm de largo, 1,4 a 1,8 cm de ancho y 0,6 a 1 cm de espesor, color amarillo paja, semicomprimidas, de bordes paralelos, y pulpa dulce. Las semillas (16 a 28 por vaina) son de forma ovoidal, de 6 a 7 mm de largo, 3 a 4 mm de ancho, y de color pardo. (Cuba, 1999; Díaz Celis, 1995; Ferreyra, 1983; citado por Prokopiuk et al., 2000; p. 37)

En la tabla 4 se presenta la composición química del fruto del algarrobo.

Tabla 4

Composición nutricional del fruto de algarrobo (100 g)

Propiedad	Contenido por 100 g de pulpa
Humedad	14,6 g
Proteínas	5,9 g
Grasa	2,2 g
Carbohidratos totales	75,3 g
Fibra	13,4 g
Calcio	28 mg
Fósforo	143 mg
Hierro	3,2 mg
â caroteno	Trazas
Tiamina	0,23 mg
Rivoflavina	0,14 mg
Niacina	4,1 mg
Ácido ascórbico	11 mg

Nota. Recuperado de “Propiedades farmacológicas del Algarrobo (*Hymenaea courbaril* Linneaus) de interés para la industria de alimentos” Universidad de Pardue (1998) citado por (Alzate et al., 2008) pág., 107 .

2.1.3.3 Estructura del fruto de *Prosopis pallida*

Pazo y Pazo (2009) mencionan que el fruto se compone básicamente de los siguientes elementos, que son la vaina exterior, la pulpa y las semillas. Estas están encerradas dentro de una cáscara difícil de abrir y en promedio hay 25 por cada vaina. Todos los componentes del fruto tienen uso.

2.1.3.3.1 Exocarpio, Mesocarpio (Pulpa)

(Cruz, 2002), citado por Cardenas (2017) mencionan que, “la pulpa representa aproximadamente el 56% del peso total del fruto En Perú se han realizado varios estudios para determinar, lo más completamente posible, la composición química de la pulpa de *P. pallida*” (p, 8).



Figura 2

Vaina de algarroba.

Nota. Tomada de ECOagricultor (2016)

2.1.3.3.2 Endocarpio (carozo)

El endocarpio, posee un elevado contenido de fibra al igual que el exocarpio, aunque en condiciones adecuadas de humedad (estado vítreo del resto del fruto) se vuelve quebradizo, facilitando de esta manera la liberación de la semilla. Los equipos y las técnicas de molienda aplicadas en la industria, permiten esta operación. (Meyer, 1984; citado por Rozycki, 2007; p. 23)

2.1.3.3.3 Semillas

Rozycki (2007) manifiesta que, “por último se encuentra la semilla, que representa alrededor del 10 % del fruto y está formada por tres elementos estructurales perfectamente diferenciados, como puede observarse en la Figura 3” (p. 23).

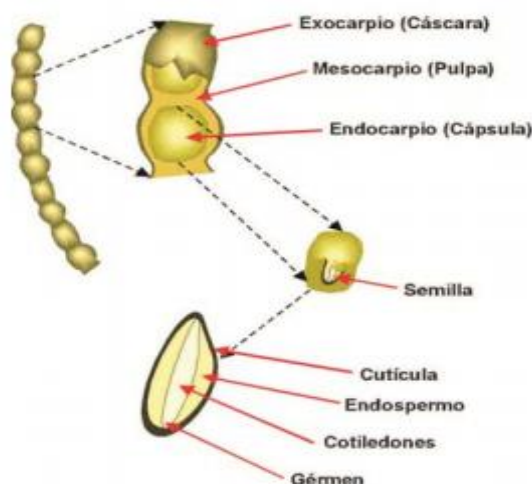


Figura 3

Partes de la vaina de algarroba madura.

Nota. Recuperado de “Evaluación de las características reométricas de hidrocoloides obtenidos de semillas de *Prosopis sp* (algarrobos)” Adaptado de Rozycki, (2007) en la pág. 22.

La parte exterior (cutícula) es de naturaleza fibrosa, muy dura, y está constituida principalmente por celulosa, lignina y taninos y representa un 30-33% de la semilla. De ella pueden obtenerse colorantes, carbón activado y extractos tánicos que son utilizados en la industria textil, química y alimentaria (Figueiredo, 1983; Meyer, 1984; citado por Rozycki, 2007; p. 23). Luego se encuentra el endospermo, que es la reserva de la semilla y la parte más importante del fruto desde el punto de vista económico con un contenido de polisacáridos de 42-46% (Meyer, 1984; citado por Rozycki, 2007; p. 23). El análisis de estos polisacáridos indica que se trata de galactomananos (Figueiredo, 1983; Meyer, 1984; citado por Rozycki, 2007; p. 23) que se incluyen en la categoría de hidrocoloides.

Los cotiledones y el germen son de naturaleza proteica, y constituyen un 23-25 % de la semilla. Las semillas de leguminosas son utilizadas para la alimentación en casi todas las áreas templadas y tropicales del mundo, siendo en muchas regiones una de las principales fuentes de proteínas. Esas semillas contienen un elevado contenido proteico, que varía del 17 al 40 % en los granos secos. (Rozycki, 2007; p. 23)

Prokopiuk et al., (2000) manifiesta que, el cotiledón de la semilla de *P. pallida* contiene 65% de proteína, lo cual representa el 31% del peso de esta.

2.1.3.4 Hidrocoloides

Los hidrocoloides son un grupo diverso de polímeros de cadena larga, son polisacáridos complejos de alto peso molecular, que son rápidamente dispersables, total o parcialmente solubles. Estos polisacáridos son propensos a absorber agua (Li y Nie, 2014; citado por Ospina, 2016; p. 13). Es debido a esta característica especial y a la capacidad de producir partículas coloidales hidratadas, que se les adjudica el nombre “hidrocoloides” (Dergal, 2006; citado por Ospina, 2016; p. 13).

Los hidrocoloides pueden ser de origen natural como exudados de plantas, extractos de algas marinas, semillas, cereales, de origen animal, de origen microbiano, naturales modificadas (semisintéticas) y sintéticas (Garibay, Ramírez, & Canales, 1993; citado por Ospina, 2016; p. 13). Los de origen natural y los naturales modificados son empleados principalmente en alimentos y los de origen sintético son de amplia aplicación en productos de cuidado personal (Broze, 2011; citado por Ospina, 2016; p. 13). Estas materias primas son también conocidas como modificadores reológicos o gomas. Estos son utilizados a nivel industrial para otorgar propiedades de flujo específicas, viscosidad, por ejemplo, a los productos. (Ospina, 2016)

2.1.3.5 Goma

La palabra goma se deriva del término egipcio quemi, o kami, que se refiere a la exudación pegajosa de la planta *Acanthus*. En Asia, en los años 800 al 600 A.C, se utilizaron las gomas de algas marinas como componentes de varias preparaciones de alimentos hindúes. Con el paso del tiempo muchos exudados de plantas se descubrieron y la palabra «goma» se aplicó a todo tipo de material con propiedades adhesivas, espesantes y gelificantes, tornándose más confusa su clasificación. Actualmente, para propósitos prácticos las «gomas» se han

dividido en dos tipos, las solubles y las insolubles en agua. Las primeras todavía se conocen como «gomas», pero gradualmente han sido reemplazadas por una designación más científica como «coloides hidrofílicos», o preferiblemente hidrocoloides. Las segundas se refieren al chicle, la resina, el látex de caucho, entre otros, y se conocen en sentido general como «resinas». (Rodríguez y Sandoval, 2003)

2.1.3.5.1 Goma de algarrobo

La goma de algarrobo se obtiene de la semilla de algarrobo la cual está compuesta por una cadena lineal de manosas con ramificaciones de galactosa con la peculiaridad de que presenta zonas lineales sin ramificaciones es por ello que dificulta la penetración del agua y obliga a calentar para disolver, pero por otra parte permite formar uniones en zonas con otros hidrocoloides, se expande por agua fría o caliente, formando un gel sus soluciones son estables en su intervalo de pH de 3 a 10; requiere una temperatura de 85°C cuyo peso molecular esta alrededor de 400000 – 1000000. Las soluciones de esta goma son pseudoplásticas, y el grado de pseudoplasticidad aumenta según su concentración y peso molecular. La hidratación de la goma disminuye de acuerdo con las sales presentes en el medio, así como con otros componentes que pueda captar agua. Se aplica en postres congelados, productos lácteos fermentados, queso crema, sopas, salchichas, salami, alimentos para bebe, alimentos para mascotas, productos para repostería, rellenos de pastel, etc. (Badui Dergal, 2006; citado por Bances Majuan y Cachay Santillán, 2020; p.23)

Los hidrocoloides no iónicos como la goma de algarrobo, poseen características de mantener constante su viscosidad en un amplio rango de pH; no obstante, a pH bajo se puede retrasar su hidratación. Cuando el pH es bajo pueden ser compatibles con otros hidrocoloides como carragenanos, goma guar, agar, goma garrofín y goma xantano siendo capaces de reducir la sinéresis de algunos alimentos (*ramirez_m.pdf*, s. f.).

Sus polisacáridos llamados galactomananos forman la famosa goma de algarroba, conocida bajo la sigla E410 en las sustancias aditivas de los alimentos. Se utiliza para fabricar los helados más apreciados. La goma de algarroba se usa así mismo en la industria como agente estabilizador, espesante y aditivo en la industria alimenticia, farmacéutica, textil, papelera y, más recientemente, en la industria del petróleo. El albúmen que no representa sino el 4% del peso total de los frutos, ha llegado a alcanzar un precio de 6 dólares el kilo en el mercado internacional. (Catarino, 1983 citado por Alzate et al., 2008; pp.104 y 105)

2.1.4 Microencapsulación

La microencapsulación protege a los materiales encapsulados de factores como el calor y la humedad, permitiendo mantener su estabilidad y viabilidad, también se ha utilizado para mejorar el sabor y la estabilidad de medicamentos y como barrera contra malos olores y sabores. Ayuda, además, a que los materiales frágiles resistan las condiciones de procesamiento y empaque mejorando sabor, aroma, estabilidad, valor nutritivo y apariencia. En el caso de fármacos cuya liberación se lleve a cabo en el estómago o en el intestino, permite una máxima absorción de los compuestos con un mínimo de reacciones adversas. Además la microencapsulación protege a los probióticos de los bacteriófagos y de los ambientes adversos, como la congelación y las soluciones gástricas, y facilita la manufacturación de productos fermentados, ya que, proporciona unas condiciones más constantes. (Martín Villena et al., 2009; p. 44)

Existen diversos factores por lo cual es conveniente el uso de la microencapsulación, de las cuales las razones más destacadas son: el control de la velocidad de emisión del material encapsulado bajo condiciones deseadas, otorgar una protección al producto de factores ambientales (temperatura, radiación ultravioleta, humedad y de productos tóxicos), recubrir las propiedades no deseadas del componente activo (olor, sabor o propiedades químicas). Los

métodos de encapsulación se pueden clasificar en tres grupos. (Gharsallaoui et al., 2007 citado por Merino, 2019; p. 13)

- a. Procesos físicos: Secado por aspersión, extrusión, cristalización.
- b. Procesos químicos: Polimerización interfacial, inclusión molecular.
- c. Procesos fisicoquímicos: Coacervación simple o compleja, evaporación de solvente en la emulsión, solidificación de la emulsión.

2.1.4.1 *Agente encapsulante*

Las microcápsulas están compuestas por dos elementos, la porción activa denominada como núcleo y el material encapsulante que envuelve al núcleo denominado como agente encapsulante, la cual puede variar en su espesor o número de capas, el material utilizado para la constitución el agente encapsulante puede ser de origen natural o sintético. (Madene, Jacquot, y Desobry, 2006; citado por Merino, 2019; p. 23)

Los agentes encapsulantes son denominados también como materiales de pared que generalmente son biopolímeros, los cuales están constituidos por macromoléculas que pueden contener nutrientes especiales para el consumo humano por sus propiedades funcionales, estos materiales de pared están diseñados para proteger al material activo o núcleo de factores que pueden provocar su deterioro, para prevenir una interacción prematura entre el material activo y otros ingredientes, para limitar las pérdidas volátiles y también para promover una liberación controlada o sostenida en las condiciones deseadas. (Shahidi y Han, 1993; citado por Merino, 2019; p. 24)

2.1.4.2 *Secado por aspersión o atomización*

Shofinita y Langrish (2014) citado por Merino (2019) mencionan que, “el secado por aspersión es una de las técnicas más utilizadas en la industria alimenticia, principalmente se aplica para la preparación de ingredientes secos y estabilización de alimentos mediante la eliminación de la humedad de estos”, (p. 18-19).

El término secado se refiere a la eliminación de humedad (eliminar o reducir el contenido de agua) en una sustancia. Al disminuir el contenido de agua, el secado por aspersión es utilizado para evitar la degradación biológica, mejorar la estabilidad microbiológica de los productos, reducir gastos de almacenamiento o transporte al ocupar menos espacio y obtener un producto con características necesarias para las funciones deseadas. (Gharsallaoui et al., 2007; citado por Merino, 2019; p. 19)

El secado por aspersión es una operación de proceso continuo que se divide en atomización, mezclado de rocío y aire, evaporación y separación de productos (Sánchez-Sáenz et al., 2011; citado por Merino, 2019; p. 19). Se puede considerar como la transformación de un fluido, entendiendo como fluido una solución, dispersión o pasta, en un material sólido, atomizándolo en forma de gota en un medio de secado caliente obteniendo como producto un polvo. La distribución del tamaño de partícula obtenido por este método en promedio es menor a 100 μm , dependiendo de las condiciones del proceso (presión, temperatura, flujo). (Rodríguez-Huezo et al., 2004; Velázquez Gutiérrez et al., 2015; citado por Merino, 2019; p.19)



Figura 4

Etapas de un proceso de secado por atomización.

Nota. Recuperado de “Metodología de Diseño Simultáneo de Proceso y Control aplicada a un secado por atomización multiproducto para sustancias químicas naturales” por Vera, (2019) en la pág. 27.

2.1.4.2.1 Proceso de secado de la gota

Las gotas líquidas formadas son arrastradas en una corriente de aire caliente, pueden alimentarse a contra corriente o en paralelo (más común), en forma de rocío o llovizna fina a una torre o cámara. Las gotas van perdiendo su humedad a medida que hacen contacto con el aire, obteniendo así, pequeñas partículas sólidas que son recolectadas. El aire caliente que ya ha recogido humedad sale de la torre por medio de un ventilador. La duración del secado depende de la superficie de contacto aire-líquido y del tamaño de las gotas (de 1 a 10 segundos para un tamaño de 10 a 20 mg, lo cual a su vez influye sobre la velocidad de desplazamiento de las gotas y de la longitud de su recorrido. Se recomienda que el tamaño sea muy uniforme, por lo cual las dimensiones del aparato deben ser tales que permitan el secado de las gotas antes de alcanzar las paredes del aparato. Un mal secado, o unas dimensiones mal consideradas pueden conducir a que las partículas húmedas se aglomeren entre sí o se peguen en las paredes. En el caso de los zumos de frutas, los azúcares son responsables de este hecho y se recomienda enfriar constantemente las paredes del secador. (Robayo, 2000)

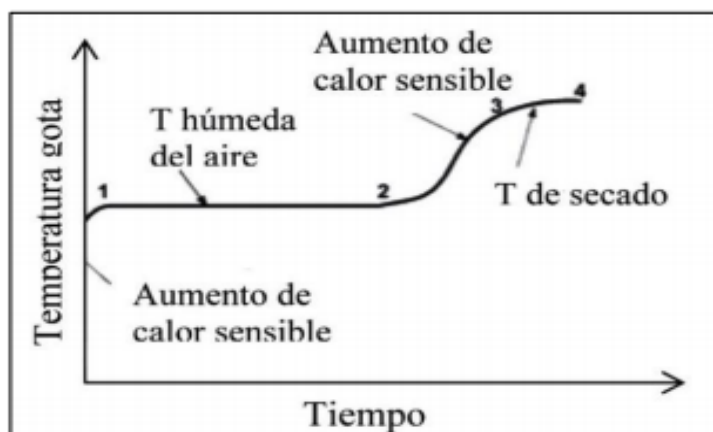


Figura 5

Evolución de la temperatura de la gota durante el secado

Nota. Recuperado de “El proceso de secado por atomización: formación de gránulos y cinética de secado de gotas” por Mondragón et al., (2013), citado por Aguilar Quispe y Carcausto Campos, (2017) en “atomización

de extracto antociánico de flores de mastuerzo (*Tropaeolum majus L.*) para su uso en salchichas tipo Frankfurt” en la pág. 33.

2.1.4.3 Secado por atomización

Conocido también como “spray drying”, se basa en la disolución, suspensión o emulsión del agente encapsulante y el principio activo juntos, que son aspirados mediante una bomba peristáltica para luego ser atomizados en el equipo y así obtener un producto seco. El líquido bombeado es forzado a salir mediante una corriente de aire caliente presurizado por una boquilla de diámetro definido, formándose gotas de tamaño variable que son secadas en una cámara hecha para este fin. El producto ya seco es aspirado hacia un ciclón que separa las partículas, dejándolas en un colector de producto y aspirando el polvo fino que no fue capaz de depositarse en él. (Aundhia, 2011; citado por Beltrán, 2017; p.14)

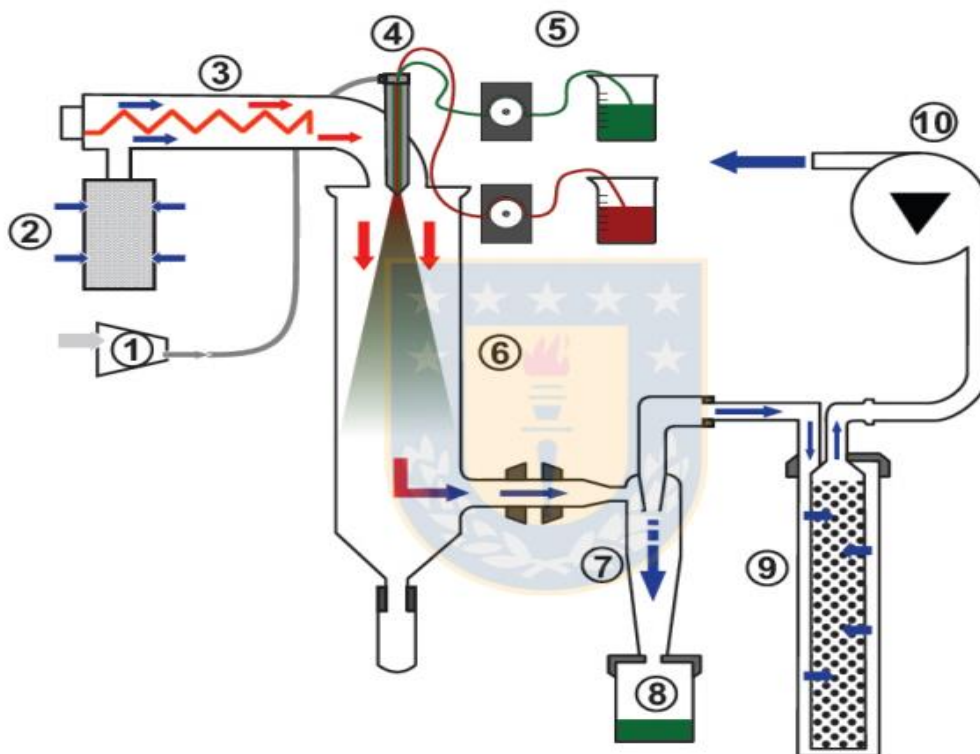


Figura 6

Esquema de funcionamiento de un mini spray dryer Buchi B-290.

Nota. La muestra es aspirada (5) mediante una bomba peristáltica donde esta es mezclada con un flujo de aire filtrado a una temperatura definida (2-3) y un flujo de aire comprimido (1) que confluyen en la boquilla

(4) que luego es expulsado hacia la cámara de secado (6) para luego ser aspirado (10) hacia un ciclón de separación que recolecta las partículas (8) y el resto es filtrado y eliminado (9). Adaptada desde: FBP;2013;91(4);525-533. Tomado de (Beltrán, 2017) pág. 16.

Aguilar Quispe & Carcausto Campos, (2017), señalan que el “Mini Spray Dryer tiene una boquilla de dos fluidos integrado: El aire comprimido se utiliza para dispersar el cuerpo líquido en finas gotas que se secan posteriormente en el cilindro” (p. 34).

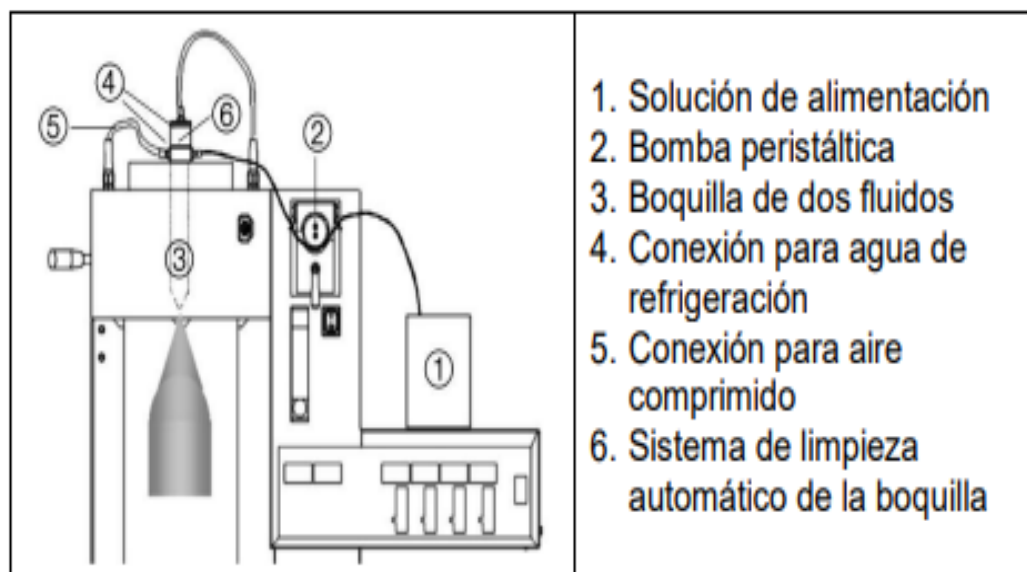


Figura 7

Principio de funcionamiento para la muestra de alimentación y dispersión.

Nota. Recuperado de “Catálogo: Mini Spray Dryer B-290” por Büchi, sf; citado por Aguilar Quispe y Carcausto Campos, (2017) en “atomización de extracto antocianico de flores de mastuerzo (*Tropaeolum majus* l.) Para su uso en salchichas tipo Frankfurt” en la pág. 34.

2.1.4.3.1 Boquilla de pulverización

El tapón de la boquilla más pequeña de diámetro 1,4 mm conduce a un menor consumo de gas (recomendado para nitrógeno). La abertura de la tapa de la boquilla más grande de 1,5 mm se utiliza cuando el aire sirve como pulverización de gas, ya que este diseño es más robusto con respecto a la alineación concéntrica para formar un cono de pulverización vertical y uniforme. (Manual del atomizador Büchi (sf); citado por Aguilar Quispe & Carcausto Campos, 2017; p. 34)

2.1.4.4 Ventajas y desventajas del secado por aspersión:

Ventajas:

Entre las ventajas que entrega la técnica se encuentran:

- Uso en moléculas termolábiles: la muestra al ser sometida durante un pequeño lapso a temperatura puede mantener totalmente o disminuir levemente su actividad, evitando su degradación (Millqvist-Fureby, et al., 1999; citado por Beltrán, 2017; p. 15).
- Alta eficiencia de encapsulación: en teoría, al atomizar una mezcla determinada y evaporar solamente el solvente que la contiene, el polvo obtenido es representativo de la solución inicial. Por lo que se debería esperar una alta eficacia de encapsulación, superior al 80% en la mayoría de los casos (Sosnik y Seremata, 2015; citado por Beltrán, 2017; p. 15).
- Buen rendimiento de producción: una configuración adecuada y optimizada del equipo, permitiría un alto índice de recuperación de producto seco. Siendo una de las ventajas más atractivas de la técnica (Sosnik y Seremata, 2015; citado por Beltrán, 2017; p. 15).
- Alta compatibilidad con encapsulantes y fármacos: la variedad de temperaturas de atomización, permite al equipo el uso de una gama solventes para ser atomizados sin problemas, siempre y cuando estos no se inflamen con las condiciones de atomización. Se puede trabajar con solventes orgánicos (cloruro de metileno, diclorometano, tetracloruro de carbono, acetato de etilo, acetona, metanol, etanol, entre otros), agua o mezclas de solventes afines (Paudel y Van Den, 201; Manu et al., 2012; Sab y Lee 2014; Gander, 1995; citado por Beltrán, 2017; p. 15).
- Cualquier solución que fluya por el equipo puede ser atomizada (Beltrán, 2017).
- Escalamiento industrial relativamente sencillo: si se mantienen las condiciones utilizadas, en un equipo de mayor envergadura los resultados deberían ser los mismos, o muy similares (Aundhia, 2011; citado por Beltrán, 2017; p. 16)

Desventajas

Los secadores de este tipo son relativamente inflexibles, así un secador diseñado para la atomización fina, es incapaz de producir un producto de partículas más grandes. Tal como corrientemente están diseñados estos secadores, involucran una inversión inicial mayor que otros tipos de secadores continuos, excepto a altas capacidades. Frecuentemente los problemas de recolección de productos y de finos aumentan el costo de secado en un factor apreciable, especialmente cuando se requiere filtros mangas o columnas lavadoras para recoger el polvo de salida del ciclón. (Aguilar Quispe y Carcausto Campos, 2017; p. 36)

III. METODOS Y MATERIALES

3.1 Lugar de Ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis correspondientes se realizaron en el laboratorio de Tecnología de Alimentos, laboratorio de Química Analítica y laboratorio de Físico-Química de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y también en el laboratorio de investigación – sede el Mantaro perteneciente a la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 *Universo objetivo*

Pulpa de mora

3.2.2 *Universo muestral*

La mora ha sido adquirida en el mercado Modelo del distrito de Cutervo, departamento de Cajamarca.

Se utilizó la semilla de algarrobo proveniente del distrito de Lambayeque, para obtener la goma de algarrobo.

3.2.3 *Muestra*

100 g de pulpa de mora, 10, 20 y 30 g de goma garrofin por cada tratamiento.

3.2.4 *Variables*

Las variables del trabajo de investigación se pueden apreciar en la tabla 11.

3.3 Materiales

3.3.1 *Materia prima y aditivo*

- Mora.
- Goma de algarrobo

3.3.2 Insumos

- Ácido cítrico
- Sorbato de potasio
- Ácido ascórbico

3.3.3 Materiales

- Colador manual de acero inoxidable
- Olla de acero inoxidable de 5 L de capacidad
- Cuchillo de acero inoxidable # 3, marca Tramontina.
- Coladores de plástico
- Embudo Büchner
- Matraz Kitasato
- Matraz Erlenmeyer de 500 mL
- Capsulas de porcelana
- Tubos de ensayo
- Micropipetas 100 y 1000 μ L
- Papel filtro Whatman N° 1 y N°40
- Pizetas
- Fiolas 25 mL y 50 mL
- Probetas 10 mL, 50 mL 100 mL, 250 mL y 500 mL
- Embudo de vidrio
- Mortero y pilón
- Vasos de precipitación 50 mL, 250 mL y 500 mL
- Pipeta de 5 mL y 10 mL
- Tubos Falcon 15 mL y 50 mL

Tabla 5

Tabla de operacionalidad de variables

Variables Independiente			
Variable	Dimensión	Indicador	Índice
Concentración de goma	Concentración de goma	%	10, 20, 30
Temperatura	Temperatura	° C	120, 150, 180
Variable Dependiente			
Variables físico química	Grado de acidez	pH	0 al 14
	Acidez titulable	%	< 10
	Solubilidad	%	0 - 100
	Rendimiento	%	0 - 20
Microbiológico	Coliformes totales	UFC	< 10 ²

Nota. Elaboración propia (2019).**3.3.4 Equipos**

- pH metro. Marca METTLER TOLEDO. Rango de 0-14 sensibilidad aprox. 0,01
- Refractómetro Atago made in Japan.
- Balanza analítica. Marca BEL Engenering.
- Termómetro digital. Marca Multidigital. Rango de 50 a 200°C. Precisión + 0,01 °C.
- Vortex mixer 1500 rpm máx.((VELPF202A0173)).
- Refrigeradora. Marca Bosch. Modelo Frost 44. Rango 0 a 8°C. Precisión + 2°C.
- Cocina
- Agitador magnético (VELPF20500011)

- Balanza analítica 210 g máx., precisión 0,0001 g. (OHAUSAR3130)
- Balanza electrónica 2100 g máx. (SARTORIUS-AZ2101)
- Centrífuga 6000 rpm máx. (PRORESEARCH- K241)
- Espectrofotómetro (UNICO-S2150UVE)
- Equipo de titulación
- Equipo Soxhlet
- Equipo refrigerante (JULABO – F 250)
- Bomba de vacío (BUCHI – V-700)
- Bomba de vacío 4.08 bar presión máx. (GAST- DOA-P704-AA)
- Mufla (6000 Furnace)
- Colorímetro (KONICA MINOLTA, iluminante C; espacio de color Yxy. CR-400)
- Mini-secador por aspersión- Mini Spray Dryer (BÜCHI B-290)

3.3.5 Reactivos

- Agua destilada
- Fenolftaleína 0,5% y 1%
- Éter de petróleo concentrado
- Hidróxido de sodio 0,1 N
- Ácido sulfúrico concentrado
- Solución de ácido Bórico 4% como indicador
- 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH•) (SIGMA ALDRICH)
- Metanol 99,8 % (SPECTRUM)
- Ácido clorhídrico QP y 1,5 N
- Ácido cítrico monohidratado (SCHARLAU)
- Hexano QP

- Etanol 96 %
- Alcohol medicinal 96 °
- Silicagel
- Catalizador Kjeldahl
- Acido 6-hidroxi-2,5,7,8- tetramethychroman-2- carboxílico (trolox) (CALBIOCHEM)
- Peptona (CRITERION)
- Tampón Cloruro de potasio 0,025 M, pH 1
- Tampón Acetato de sodio 0,4 M, pH 4,5
- Placas 3MTM Petrifilm™
- Polivinilpolipirrolidona (PVPP) (CAPSUCOR)
- Nitrógeno gaseoso

3.4 Métodos

3.4.1 *Diseño Experimental*

La figura 9 muestra el diseño experimental de la microencapsulación de la mora usando goma garrofin.

3.4.2 *Goma garrofin*

Con respecto al tratamiento que se efectuó para obtener goma de algarrobo, se puede apreciar en la figura 8, a continuación, se describen cada una de las operaciones.

3.4.2.1 Recepción

Se recepcionó 10 kg de vaina de algarrobo, adquiridos en el distrito de Lambayeque.

3.4.2.2 Selección

Se realizó la separación de las vainas que presenten indicio de deterioro, por la presencia de insectos e infestados y las vainas enteras o en partes que se encuentren en buen estado serán usados en el proceso.

3.4.2.3 Clasificación

Las vainas maduras que presenten características físicas apropiadas y color amarillo anaranjado, se podrán usar en la deshidratación.

3.4.2.4 Descascarado

Las vainas son descascaradas para poder obtener las capsulas y la pulpa de algarrobo.

3.4.2.5 Cortado

Se cortan la pulpa en partes para obtener las capsulas que contienen las semillas del algarrobo.

3.4.2.6 Descapsulado

Las capsulas obtenidas deben ser cortadas para poder obtener las semillas, que en algunos casos se encuentran impregnados de los azúcares del algarrobo.

3.4.2.7 Lavado

Las semillas deben ser lavadas rápidamente ya que contienen pedazos de pulpa que lo hacen pegajoso al manipular.

3.4.2.8 Secado

Las semillas deben ser secadas a temperatura ambiente o usando un secador de bandeja a 50 °C por un tiempo de 30 minutos.

3.4.2.9 Molienda

Las semillas posteriormente se muelen en una licuadora hasta obtener un polvo fino.

3.4.2.10 Tamizado

La mezcla de goma y cáscara debe ser pasada por un tamiz de 30 μm para poder separar la goma, de la cutícula y el germen.

3.4.2.11 Goma

La goma obtenida es almacenada en envases de vidrio previamente esterilizado para poder usarlo como encapsulante en el proceso de atomización de las moras.

3.4.3 Proceso de atomización de las moras

El proceso de atomización de las moras se puede apreciar en la figura 2, a continuación, se describen cada una de las operaciones.

3.4.3.1 Recepción

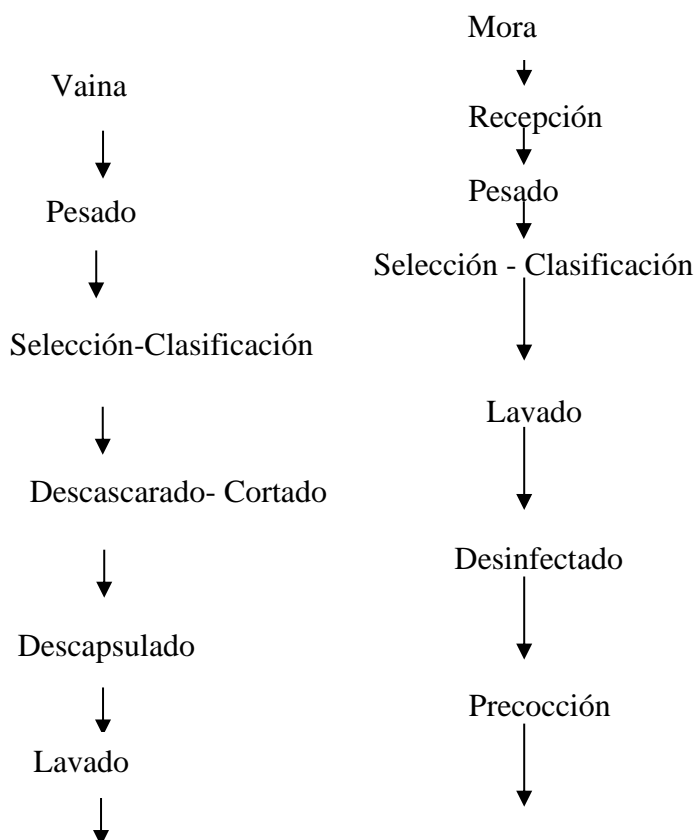
Se recepcionó 5 kilos de mora (*Roubus glaucus*) proveniente de la ciudad de Cutervo para ser procesados en el proceso de atomización, con grado de madurez GM5 según la NTC 4106.

3.4.3.2 Pesado

Con la finalidad de determinar posteriormente el rendimiento se pesaron las moras obtenidas.

3.4.3.3 Selección - Clasificación

La selección se realizó con la finalidad de separar las frutas en buen estado de las malogradas o magulladas; la clasificación se realizó en función al estado de madurez, se trabajó con frutas maduras.



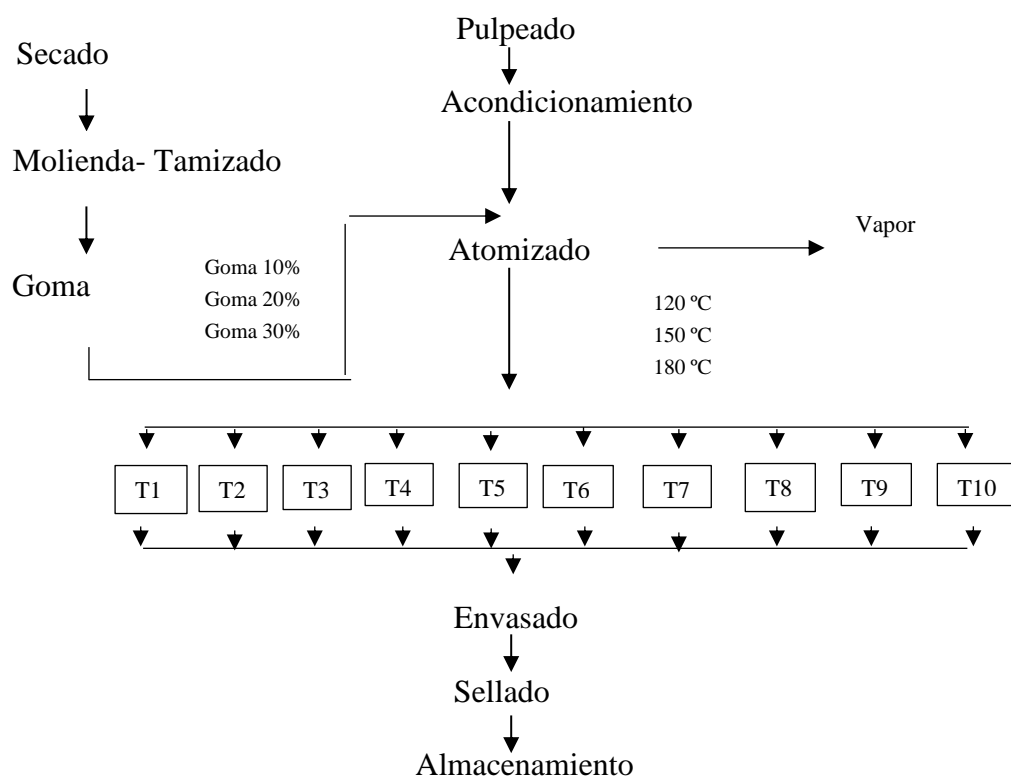


Figura 8

Diagrama de flujo de la microencapsulación del jugo mora usando goma garrofin.

Nota. Elaboración propia (2019).

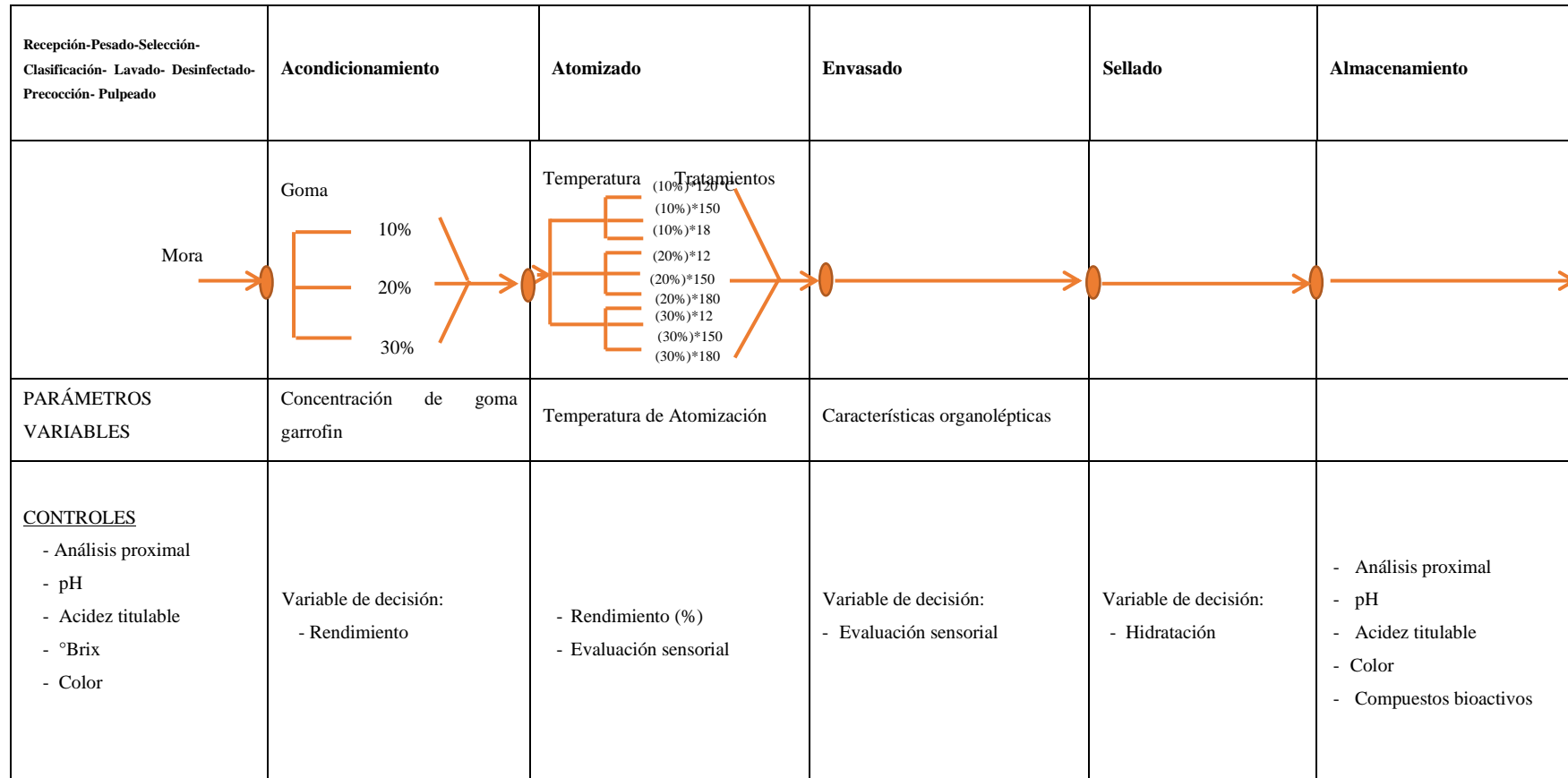


Figura 9

Esquema experimental de la microencapsulación del jugo de mora usando goma garrofin

Nota. Elaboración propia (2019).

3.4.3.4 Lavado

En esta etapa, las moras son lavadas por inmersión y aspersión, tienen como finalidad separar restos de suciedad que trae consigo la fruta.

3.4.3.5 Desinfectado

Se empleó como desinfectante el hipoclorito de sodio (lejía) en una concentración de 50 ppm, por ser el desinfectante más empleado para reducir la carga microbiana, asimismo por su efectividad y bajo costo.

3.4.3.6 Precocción

Se utilizó la relación 1:1 es decir si se utiliza 1 kg de mora se debe utilizar 1 kg de agua y calentar a temperatura de 80 °C por 10 minutos.

3.4.3.7 Pulpeado

La materia prima una vez sometida al proceso de escaldado se procede a pulpear la fruta, separación de pulpa de la cáscara y pepas. En ésta operación la fruta previamente acondicionada es introducida en la tolva de la despulpadora, en la cual la fruta es sometida a fricción contra el cilindro con aberturas de entre 2 mm a 5mm de diámetro de abertura (Huarachi Follegatti y Loza Machicao, 2017).

El pulpeado se realizó usando un mortero, posteriormente se empleó un colador para separar la cáscara y semilla y obtener la pulpa con el jugo de mora.

3.4.3.8 Acondicionamiento

Se realizó la mezcla de la pulpa con 10, 20 y 30 % de goma garrofin, así como la adición de ácido cítrico para regular la acidez y el uso de conservador.

3.4.3.9 Atomizado

Se utilizaron combinaciones de temperatura a 120, 150 y 180 °C. con la finalidad de determinar el mejor tratamiento.

Los parámetros generales del atomizador utilizados en los 9 tratamientos fueron: alimentación de muestra (bomba peristáltica) 15 % de PUMP (4,8 mL/min), flujo de aire para la pulverización a 40 mm (473 L/h) y una aspiración al 100 % (35 m³ /h).

3.4.3.10 Envasado

Los distintos productos atomizados fueron envasados en envases de polietileno de baja densidad con la finalidad de que no puedan captar humedad del medio ambiente ya que estos productos son higroscópicos.

3.4.3.11 Sellado

Los distintos productos fueron sellados con una selladora manual.

3.4.3.12 Almacenamiento

Los envases fueron almacenados a temperatura ambiente y en refrigeración para poder usarlos posteriormente en los distintos análisis a realizar.

3.4.4 *Análisis físicoquímicos*

A la mora y goma de algarrobo se realizaron los siguientes análisis:

- Determinación de acidez. A.O.A.C (2005)
- Determinación de sólidos solubles

Asimismo, a la mora y goma de algarrobo se realizó el siguiente análisis:

- Determinación de pH. A.O.A.C (2005)

3.4.5 *Análisis químico proximal*

El análisis químico proximal que se realizaron a la mora y algarrobo son los siguientes:

- Determinación de grasa. Método de Soxhlet
- Determinación de proteína. Método de Kjeldahl
- Determinación de carbohidrato. Por diferencia
- Determinación del contenido de humedad. A.O.A.C (2005)
- Determinación de ceniza. A.O.A.C (2005)

3.4.6 *Análisis físico*

Los análisis físicos que se realizaron a la vaina de algarrobo y mora son los siguientes:

- Longitud

- Ancho
- Diámetro ecuatorial

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de la mora y goma de algarrobo

Los resultados que se obtuvieron en la mora se pueden apreciar en las siguientes tablas.

Tabla 6

Composición proximal de la mora en base 100 g

Análisis	Resultados
Humedad (%)	92,7
Proteína (%)	0,5
Grasa (%)	0,2
Carbohidrato (%)	6,1
Ceniza (%)	0,5

Nota. Elaboración propia (2019).

Como se puede apreciar en la tabla 6, el contenido de humedad corresponde al 92,7 % resultado menor al reportado por Faraningo (2010), citado por (Llanga, 2018) quien obtuvo 93,3 % de agua para mora, sin embargo INCAP (1996) citado por (Cáceres, 2003) obtuvo 84,40 %.

En la tabla 6, se puede observar que el contenido de proteína se encuentra en 0,5 % resultado menor al reportado por Faraningo (2010), citado por (Llanga, 2018) quien obtuvo 0,6 % de proteína, mientras que INCAP (1996) citado por (Cáceres, 2003) obtuvo 1,20 % de proteína.

Se puede notar en la tabla 8, que el contenido de grasa obtenido es de 0,2 % resultado mayor al reportado por Faraningo (2010), citado por (Llanga, 2018) quien obtuvo 0,1 % de grasa, asimismo INCAP (1996) citado por (Cáceres, 2003) obtuvo 0,60 % de grasa .

Al respecto CCI, (2001 y 1999); citado por Sora et al., (2006) detallan que “la mora se adapta a una amplia gama de suelos, siempre y cuando estén provistos de buen drenaje; sin embargo, la disponibilidad de agua debe ser suficiente, al igual que el contenido de materia orgánica y arcilla. El cultivo se desarrolla mejor en terrenos ligeramente ácidos, con un pH entre 5,2 y 6,7, considerándose el más apropiado aquél cercano a 5,7” (p. 307); lo que podría influir en la composición química de la mora.

Estos resultados varían debido a como señalan CCI, 2001 y 1999; citado en Sora et al., (2006), “en los cultivos comerciales de mora de Castilla, se obtienen los mejores resultados en altitudes entre 1.800 y 2.600 msnm, que se clasifican como zonas de clima frío moderado, con temperaturas promedios entre 12 y 18 °C” (p. 307); como lo es la provincia de Cutervo situada a 2637 msnm de donde provienen la materia prima.

Como se puede apreciar en la tabla 6, el contenido de carbohidratos corresponde al 6,1 % resultado mayor al reportado por Faraningo (2010), citado por (Llanga, 2018) quien obtuvo 5,6 % de carbohidrato, asimismo menciona que “las moras son frutas con bajo valor calórico por su escaso aporte de carbohidratos. Sin embargo, son muy ricas en vitamina C, aportan fibra, potasio, hierro y calcio (estos dos últimos de menor calidad que los de origen animal), taninos (sustancias con acción astringente) y diversos ácidos orgánicos. Se caracterizan por su contenido de pigmentos naturales, tales como las antocianinas que son sustancias con acción antioxidante” (p. 23).

En la tabla 6, se puede observar que el contenido de ceniza se encuentra en 0,5 % resultado mayor al reportado por Faraningo (2010), citado por (Llanga, 2018) quien obtuvo 0,4 % de ceniza, mientras que INCAP (1996) citado por (Cáceres, 2003) obtuvo 0,60 % de ceniza.

Asimismo Gómez-Romero et al., (2010) citado por (Moreno y Deaquiz Oyola, 2015) manifiestan que “los estudios poscosecha con frutos de esta especie buscan manejos adecuados que garanticen la calidad y los requisitos de comercialización, teniendo en cuenta los cambios fisicoquímicos que se presentan durante los estados de madurez, que dependen

de diversos factores como luz, temperatura, humedad, fertilidad del suelo, entre otros” (p. 131).

Tabla 7

Características biométricas del fruto de mora

Característica biométrica		Medida
Peso (g)		(2)
Longitud (mm)		(22,764)
Ancho (mm)		(19,73)
Diámetro mayor (cm)		(2,6)
Diámetro menor (cm)		(1,8)
Diámetro medio (cm)		(2,7)

Nota. Elaboración propia (2019).

En la tabla 7, se puede apreciar que el peso promedio de cada mora corresponde a 2 gramos resultado que difiere de Gúpioc Gómez y Tejada Rituay, (2014) quienes reportan que el peso de la mora se encuentra en un rango de 12,57 a 16,22 g, Casaca, (2012) señala que la planta de la mora requiere para su óptimo desarrollo aproximadamente 3.2 cm³ de agua por cada semana, asimismo menciona que se hace más rentable regar la planta en cualquier tipo de suelo y en lo que va del año y que de la tierra dependerá el tamaño de la fruta.

Se puede apreciar en la tabla 7 que la longitud de la mora que se ha utilizado en promedio es de 2,3 cm resultado que difieren de Gúpioc Gómez y Tejada Rituay, (2014) quienes reportan que la longitud de la mora se encuentra en un rango de 3,87 a 4,40 cm.

En la tabla 7, se puede apreciar que el diámetro medio de cada mora corresponde a 2,7 cm resultado que se encuentra dentro del rango reportado por Gúpioc Gómez y Tejada Rituay, (2014) quienes mencionan que se encuentra en un rango de 2,26 a 2,80 cm asimismo Casaca, (2012a) menciona que el fruto de baya globosa azul oscuro ó negras cuando están maduras, de 5-7 milímetros de diámetro, de cinco a ocho frutos en gajos, su peso individual es de 0.2 gramos en promedio, lo cual difiere de nuestro resultado.

Los resultados obtenidos en el jugo de mora se pueden apreciar en la tabla.

Tabla 8

Composición proximal del jugo de mora en base 100 g

Análisis	Resultados
Humedad (%)	87
Proteína (%)	0,5
Grasa (%)	0,1
Carbohidrato (%)	12,2
Ceniza (%)	0,2

Nota. *Elaboración propia (2019).*

Como se puede apreciar en la tabla 8, el contenido de humedad corresponde al 87 %, el contenido de carbohidrato corresponde a 12,2 resultados menores al reportado por (Robles, 2016) quien obtuvo 88, % de agua y 14 °Brix de sólidos solubles.

Tabla 9

Análisis físico y químico del jugo mora en base 100 g

Análisis	Resultados
pH	2,89

Acidez titulable (%)	1,070
Densidad (g/ml)	1,01
Brix	7,5

Nota. Elaboración propia (2019)

Se puede apreciar en la tabla 9 que el pH de la mora que se ha utilizado en promedio es de 2,89 resultado menor al rango reportado por Gúpioc Gómez y Tejada Rituay, (2014) quienes reportan que el pH de la mora se encuentra en un rango de 3,24 a 3,27 g, del mismo modo Moreno-Alvarez et al., (2002) encontró que el pH de la mora es de 3,1 sin embargo este análisis corresponde como materia prima.

El contenido de acidez según se puede apreciar en la tabla 9 es de 1,070 % valor diferente a lo reportado por Gúpioc Gómez y Tejada Rituay, (2014) quienes mencionan que se encuentra en 1,172 %, estos resultados difiere de lo reportado por Moreno-Alvarez et al., (2002) quien obtuvo 13,05 % de acidez titulable.

En la tabla 9, se puede apreciar que el °Brix de la mora corresponde a 7,5 resultado que se encuentra del intervalo reportado por Gúpioc Gómez y Tejada Rituay, (2014) quienes mencionan que se encuentra en un rango de 7,49 a 7,75 °Brix del mismo modo Moreno-Alvarez et al., (2002), obtuvo 7,5 ° Brix al respecto Llácer (2011) citado en Ayala et al., (2013) “concluye que la mora de castilla producida en el Cañón del Combeima al presentar SST de 8°Brix corresponde a una fruta con bajo contenido de azúcares, asimismo resalta que la condición de respiración del fruto, que lo caracteriza como no climatérico incide en este parámetro, ya que se ve afectada durante el desarrollo y maduración la síntesis de azúcares y otros compuestos, aun cuando se presentan cambios en la coloración” (p. 15, 16).

Con respecto a la vaina de algarrobo se determinaron las siguientes características biométricas

Como se puede apreciar en la tabla 10 el peso de la vaina de algarrobo es de 8 gramos resultado mucho menor a lo señalado por (Pazo y Pazo, 2009) quien manifiesta que en promedio cada vaina pesa unos 12 gramo.

Tabla 10

Características biométricas y de humedad de la vaina de algarrobo

Característica biométrica	Medida
Peso (g)	(8)
Longitud (cm)	(14,7)
Ancho (cm)	(1,03)
Semillas por vaina	(17,3)
Humedad vaina (%)	24
Humedad Semilla (%)	12

Nota. Elaboración propia (2019).

En la tabla 10 se puede apreciar que la longitud promedio de las vainas de algarrobo es de 14,7 cm resultado menor al reportado por (Pazo y Pazo, 2009) quien señala que el fruto es una legumbre o vaina, que tiene entre 16 y 30 centímetros de largo sin embargo para Grados et.al., (1993) citado por Prokopiuk et al., (2000) que la longitud del fruto corresponde a 19,20 cm.

Se puede apreciar en la tabla 10 que el promedio de ancho de las vainas de algarrobo es de 1,03 cm resultado que difiere por lo descrito por (Pazo y Pazo, 2009) quien afirma que el ancho de las vainas es algo más de 1.5 cm, resultado similar a lo reportado por Grados et.al., (1993) citado por Prokopiuk et al., (2000) quien señala que el ancho del fruto corresponde a 1,57 cm.

Según se puede observar en la tabla 10 el número de semillas promedio que se encuentra en una vaina de algarrobo es de 17,3 resultado menor al reportado por (Pazo y Pazo, 2009) quien señala que las semillas están encerradas dentro de una cáscara difícil de abrir y en promedio hay 25 por cada vaina, resultado similar a lo reportado por Grados et.al.,

(1993) citado por Prokopiuk et al., (2000) que el número de semillas por fruto corresponde a 25,48.

Con respecto a la humedad de las vainas recolectadas se puede apreciar en la tabla 10 que el resultado obtenido corresponde al 24% lo que difiere de lo reportado por Grados et.al., (1993) citado por Prokopiuk et al., (2000) quien obtuvo 33,9 % de humedad en la pulpa de algarrobo, es por ello que se debe deshidratar la vaina hasta obtener 12% de humedad para poder obtener la goma.

4.2 Caracterización del producto terminado

Los resultados obtenidos en el proceso de atomización se pueden apreciar en las siguientes tablas.

Tabla 11

Rendimiento de los tratamientos

Tratamientos	Temperatura (°C)	Rendimiento	
		Goma (%)	Atomizado (%)
T1	120	10	8,64
T2	120	20	12,38
T3	120	30	14,52
T4	150	10	9,71
T5	150	20	12,91
T6	150	30	13,45
T7	180	10	8,37
T8	180	20	13,18
T9	180	30	14,14

Nota. Elaboración propia (2019).

Como se puede apreciar en la tabla 11 el mayor rendimiento obtenido corresponde al tratamiento T3 en el que se ha usado 30 % de goma de algarrobo a 120 °C de temperatura,

seguido del tratamiento T9 que corresponde a 30 % de goma de algarrobo a 180 °C de temperatura y T6 en el que empleo 30 % de goma de algarrobo con 150 °C de temperatura, asimismo se puede apreciar que el tratamiento T7 obtuvo el menor rendimiento con 8,37%, que corresponde a 10% de goma de algarrobo a 180 °C de temperatura, sin embargo Villacrez, (2013) utilizó las proporciones de mezcla de fruta:agente encapsulante:agua (1:1:1, p/p/v) usando 8 agentes encapsulantes con temperatura de 120 °C y 130 °C obteniendo rendimientos superiores al presente estudio; sin embargo Aguilar Quispe y Carcausto Campos, (2017), obtuvo un porcentaje de 20,73% de rendimiento al usar Maltodextrina al 23% empleando 110 °C de temperatura; al respecto Villacrez, (2013) detalla que “el rendimiento de producción es un importante parámetro desde el punto de vista económico, teniendo en cuenta el elevado costo de algunos agentes encapsulantes y del material activo en este caso la mora de Castilla”; es por ello que la goma de algarrobo es una alternativa viable para poder usarlo como agente encapsulante.

Con una significancia del 5%, se concluye que no hay efecto de la temperatura sobre el rendimiento promedio de la mora atomizada.

Asimismo, con una significancia del 5%, se concluye que hay efecto de algún tipo de concentración de goma de algarrobo sobre el rendimiento promedio de la mora atomizada.

Con una significancia del 5%, se puede afirmar que los niveles de concentración de goma de algarrobo de mayor eficacia en el rendimiento corresponden al 20 % o al 30% pudiéndose elegir a cualquiera de los 2 tratamientos

En la tabla 12 se puede apreciar el contenido de humedad de los distintos tratamientos que se han formulado, donde se puede observar que el T1 ha obtenido el mayor porcentaje que corresponde a usar temperatura de 120 °C y 10 % de goma de algarrobo, el menor contenido de humedad corresponde al T9 donde se ha usado 180 °C de temperatura y 30% de goma de algarrobo.

Tabla 12

Contenido de Humedad

Tratamientos	Temperatura	Goma	% de Humedad	
	(°C)	(%)	X	σ_x
T1	120	10	6,07	0,08
T2	120	20	5,97	0,07
T3	120	30	5,83	0,06
T4	150	10	5,70	0,10
T5	150	20	5,43	0,06
T6	150	30	4,97	0,06
T7	180	10	4,84	0,05
T8	180	20	4,70	0,10
T9	180	30	4,30	0,10

Nota. Elaboración propia (2019).

Con una significancia del 5%, se concluye que existe interacción entre los niveles de temperatura y concentración de goma que influya en la humedad promedio de la mora atomizada.

Con una significancia del 5%, se puede afirmar que la interacción de los niveles de temperatura a 120 °C con concentraciones de 10%,20% y 30% y temperatura de 150 °c con 10% de goma, son significativamente iguales; asimismo a temperatura de 150 °C con 30% de goma, temperatura de 180°C con 10% de goma y temperatura de 180°C con 20% de goma, son significativamente iguales; mientras que a temperatura de 150 °C con 20% de goma y a temperatura de 180 °C con 30% de goma son significantivamente diferentes en el contenido de humedad.

Con una significancia del 5%, se concluye que hay efecto de la temperatura sobre la humedad promedio de la mora atomizada.

Con una significancia del 5%, se puede afirmar que los niveles promedio de temperatura de atomización son significativamente diferentes en el contenido de humedad promedio

Con una significancia del 5%, se concluye que hay efecto de algún tipo de concentración de goma de algarrobo sobre la humedad promedio de la mora atomizada

Con una significancia del 5%, se puede afirmar que no todas las medias son iguales de los niveles de concentración de goma de algarrobo en el contenido de humedad promedio.

Como se puede apreciar en la tabla 13 el mayor % de higroscopicidad corresponde al T1 en el cual utiliza 120 °C de temperatura con 10 % de goma de algarrobo y el menor % de higroscopicidad corresponde al T9 que utilizó 180 °C de temperatura con 30 % de goma de algarrobo, asimismo se puede observar que al utilizar menor porcentaje de goma de algarrobo mayor es el porcentaje de higroscopicidad.

Con una significancia del 5%, se concluye que no existe interacción entre los niveles de temperatura y concentración de goma que influya en la humedad promedio de la mora atomizada.

Con una significancia del 5%, se concluye que hay efecto de la temperatura sobre la higroscopicidad promedio de la mora atomizada.

Con una significancia del 5%, se puede afirmar que los niveles promedio de temperatura de atomización son significativamente iguales en la higroscopicidad promedio.

Tabla 13

Higroscopicidad

Tratamientos	Temperatura (°C)	Goma (%)	% de	
			Higroscopicidad	
			X	σ_x

T1	120	10	18,23	0,25
T2	120	20	16,63	0,83
T3	120	30	15,33	0,64
T4	150	10	17,63	0,45
T5	150	20	16,20	0,82
T6	150	30	14,93	0,57
T7	180	10	17,07	0,65
T8	180	20	15,73	0,64
T9	180	30	14,57	0,51

Nota. Elaboración propia (2019).

Con una significancia del 5%, se concluye que hay efecto de algún tipo de concentración de goma de algarrobo sobre la higroscopicidad promedio de la mora atomizada (No se cumple el supuesto).

Con una significancia del 5%, se puede afirmar que no todas las medias son iguales de los niveles de concentración de goma de algarrobo en la higroscopicidad promedio.

En la tabla 14 se puede observar que la mayor solubilidad corresponde al T9 en el que se ha usado 180 °C y 30 % de goma de algarrobo, asimismo el T4 es el tratamiento que ha tenido menor solubilidad y el que ha empleado 150 °C de temperatura con 10% de goma de algarrobo.

Tabla 14

Solubilidad

Tratamientos	Temperatura (°C)	Goma (%)	% de Solubilidad	
			X	σ_x
T1	120	10	81,37	1,27
T2	120	20	79,23	0,68
T3	120	30	78,53	1,17

T4	150	10	78,20	1,54
T5	150	20	77,20	0,10
T6	150	30	80,07	1,77
T7	180	10	78,93	0,67
T8	180	20	81,47	1,27
T9	180	30	81,87	0,76

Nota. Elaboración propia (2019).

Con una significancia del 5%, se concluye que existe interacción entre los niveles de temperatura y concentración de goma que influya en la solubilidad promedio de la mora atomizada

Con una significancia del 5%, se puede afirmar que la interacción temperatura y concentración de goma de algarrobo todas las medias de los tratamientos son iguales.

Con una significancia del 5%, se concluye que hay efecto de la temperatura sobre la solubilidad promedio de la mora atomizada

Con una significancia del 5%, se puede afirmar que los niveles promedio de temperatura de atomización son significativamente iguales en solubilidad promedio.

Con una significancia del 5%, se concluye que no hay efecto de la concentración de goma de algarrobo sobre la solubilidad promedio de la mora atomizada.

Tabla 15

Contenido de antocianina del zumo de mora y mejor tratamiento

Tratamien		Prome	Desviaci
tos	Unidades	dio	ón Estándar
Zumo de	(mg de cianidina-3-		
mora	glucósido/100g de peso húmedo)	61,000	7,000

T1			
(120°C, 10%	(mg de cianidina-3-glucósido/g		
Goma	de microencapsulado)	0,215	0,010

Nota. Elaboración propia (2019).

Como se puede apreciar en la tabla 15 el contenido de antocianina del zumo de mora es de 61 mg de cianidina-3-glucósido/100g de peso húmedo, resultado menor al reportado por Villacrez, (2013) quien presenta 78,5 mg de cianidina-3-glucósido/100g de peso húmedo en la mora castilla estas variación probablemente se deban al lugar de donde procedencia de la mora ya que fue adquirida en la ciudad de Cutervo, suelo, clima, luminosidad, precipitación fluvial entre otros factores medioambientales.

En la tabla 15 se puede apreciar que el contenido de antocianina es de 0,215 mg de cianidina-3-glucósido/g de microencapsulado que corresponde al mejor tratamiento en el que se ha usado 10 % de goma a 120 °C de temperatura, resultado menor comparado al usar otros encapsulantes como: Hi-CapTM 100, almidón de yuca + maltodextrina DE 20, maltodextrina DE 20, Capsul® TA, almidón de yuca, almidón de maíz, almidón de maíz + malt maltodextrina DE 20; sin embargo superior a la goma arábica + maltodextrina DE 20 y goma arábica según lo señalado por Villacrez, (2013).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIÓN

- Se realizó la caracterización del jugo de mora obteniendo los siguientes resultados: 87 % de Humedad, 0,5 % de proteína, 0,1 % de grasa, 12,2 % de carbohidratos

y 0,2 % de ceniza; del mismo modo presento 2,89 de pH, 1,070 % de acidez titulable, 1,01 g/ml de densidad y 7,5 °Brix.

- Se realizó la caracterización en los nueve tratamientos de extractos atomizados el contenido de humedad, solubilidad, higroscopicidad, siendo el T1 en el que se ha usado 10 % de goma de algarrobo a 120 °C de temperatura presenta mejores condiciones, obteniendo 6,07% de humedad, 81,37 % de solubilidad y 18,23 % de higroscopicidad.

- Se realizó el análisis comparativo del producto final con el uso de goma de algarrobo en el proceso de atomización de las moras comparado con un testigo presentando condiciones favorables de deshidratación.

- Se evaluó la influencia de la concentración de goma de algarrobo en el secado por atomización del jugo de mora, determinando que el mejor tratamiento que presenta mejores características corresponde al T1 en el que se ha usado 10 % de goma de algarrobo a 120 °C de temperatura, obteniendo en antocianina 0,215 mg de cianidina-3-glucósido/g de microencapsulado, asimismo el mayor rendimiento obtenido corresponde al tratamiento T3 en el que se ha usado 30 % de goma de algarrobo a 120 °C de temperatura, asimismo se puede afirmar que los niveles de concentración de goma de algarrobo de mayor eficacia en el rendimiento corresponden al 20 % o al 30% pudiéndose elegir cualquiera de las dos concentraciones.

5.2 RECOMENDACIÓN

- Realizar estudios sobre la estabilidad de las moras deshidratadas por atomización usando goma de algarrobo.

- Realizar estudios de jugo de mora con goma de algarrobo al 10 % de concentración y temperatura de atomización inicial de 120 ° C y aumentar progresivamente en intervalos de 10 ° C para determinar la variación de sus componentes.

- Realizar la inactivación enzimática de los jugos de mora con la finalidad de evitar su deterioro.
- Después de usar el atomizador Mini Spray Dryer, desmoldar y lavar con bastante cuidado para evitar provocar roturas por ser materiales de vidrio.
- Utilizar la granulometría más fina para obtener la goma de algarrobo y evitar atascos en las mangueras de dosificación.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Quispe, L. A., & Carcausto Campos, K. (2017). Atomización de extracto antociánico de flores de mastuerzo (*Tropaeolum majus* L.) para su uso en salchichas tipo Frankfurt. *Universidad Nacional del Centro del Perú*.
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1581>
- Alzate, T. L. M., Arteaga, G. D. M., & Jaramillo, G. Y. (2008). Propiedades farmacológicas del Algarrobo (*Hymenaea courbaril* Linneaus) de interés para la industria de alimentos. *Revista Lasallista de investigación*, 5(2), 100-111.
- Ayala, L. C., Valenzuela, C. P., & Bohorquez, Y. (2013). Caracterización fisicoquímica de mora de castilla (*rubus glaucus* benth) en seis estados de madurez. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 10-18.
- Bances Majuan, K. del M., & Cachay Santillán, K. M. (2020). EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE LA MEZCLA DE GOMA XANTANA (*Xanthomonas campestris*), ALGARROBO (*Prosopis pollida*) Y TARA (*Caesalpinia spinosa*) EN LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y SENSORIALES DEL YOGURT TIPO GRIEGO. *Repositorio Institucional - USS*.
<http://repositorio.uss.edu.pe/xmlui/handle/uss/6759>
- Bedoya, D. P. G., Velez, L. M. A., & Cardozo, C. J. M. (2004). *OSMO DESHIDRATACIÓN DE MORA CASTILLA (Rubus glaucus Benth) CON TRES AGENTES EDULCORANTES*. 17.
- Beltrán, G. F. A. (2017). *Desarrollo y caracterización de micropartículas de pramipexol obtenidas mediante secado por atomización* [Thesis, Universidad de Concepción. Facultad de Farmacia. Departamento de Farmacia].
<http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/2735>
- Cáceres, M. H. L. (2003). *Estudio preliminar del efecto de la microfiltración tangencial sobre la capacidad antioxidante en jugos de fruta clarificados*. 55.

- Cairati, E. (2013). Historia cultural del algarrobo, desde la cuenca del Mediterráneo hasta la Costa Norte de Perú. *Altre Modernità*, 10, 186-204. <https://doi.org/10.13130/2035-7680/3341>
- Cardenas, C., Raquel Cynthia Obdulia. (2017). Actividad antimicrobiana y antioxidante del extracto etanólico de *Prosopis pallida* “algarrobo”. *Repositorio de Tesis - UNMSM*. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/5857>
- Caro, R., Militza. (2015). Evaluación de la retención de vitamina C y su capacidad antioxidante empleando agentes encapsulantes en el zumo de arándano (*vaccinium corymbosum*) atomizado, Lambayeque – 2013. *Repositorio Institucional - USS*. <http://repositorio.uss.edu.pe/xmlui/handle/uss/1758>
- Casaca, Á. D. (2012a). *El Cultivo de la Mora (Parte I)*. https://infoagro.com/documentos/el_cultivo_mora__parte_i_.asp
- Casaca, Á. D. (2012b). *El Cultivo de la Mora (Parte II)*. https://infoagro.com/documentos/el_cultivo_mora__parte_ii_.asp
- Cuentas, M. A. R., & Salazar, A. Í. T. (2017). De la especie al ecosistema; del ecosistema a la sociedad: Revalorizando el algarrobo (*ProsoPis Pallida*) y el reto de su conservación en Lambayeque y en la costa norte del Perú. *Espacio y Desarrollo*, 30, 129-159.
- Delgado, G., & Ramiro, R. (2012). *Extracción de la goma garrofin de la semilla del árbol de algarrobo Prosopis pallida, como estabilizante para la elaboración de un helado, en Santo Domingo 2010*. <http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/handle/123456789/19087>
- Figuerola, P. M., Ceballos, M. A., & Hurtado, A. M. (2016). Microencapsulation by spray drying of blackberry (*Rubus glaucus*) oil extracted with supercritical CO₂. *Revista Colombiana de Química*, 45(2), 39-47. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v45n2.57481>

- Gómez, Á. M., Gómez, J. K. L., & Cardozo, C. J. M. (2005). *LICOR DE MORA DE CASTILLA (Rubus glaucus Benth)*. 12.
- Gúpioc Gómez, J. N., & Tejada Rituay, N. V. (2014). Caracterización físicoquímica de la pulpa de mora de oso (*Rubus* sp.) y evaluación de la vida útil a diferentes temperaturas de conservación. *Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas*. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1008>
- Huarachi Follegatti, K. Á., & Loza Machicao, R. A. (2017). Determinación de los Parámetros Tecnológicos para la obtención de Néctar Concentrado de Mango (*Mangifera indica* L), con adición de Chía (*Salvia hispánica* L) Diseño y Construcción de 02 marmitas volcables Semi-Automatizadas, de Acero Inoxidable, para Pasteurización de Néctares. *Universidad Católica de Santa María - UCSM*. <https://tesis.ucsm.edu.pe:80/repositorio/handle/UCSM/6005>
- Huertas Gutiérrez, G. F. E., & Moreno Gonzales, A. M. (2016). Optimización del proceso de atomización del zumo de toronja (*Citrus paradisi*). *Universidad Nacional del Santa*. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1460873>
- Leandro de la Cruz, Z., & Chanco tracios, J. L. (2020). Evaluación de la microencapsulación por atomización en el contenido de polifenoles de huacatay (*Tagetes minuta* L.) Obtenido por ultrasonido. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/851181>
- Llanga, U., Tatiana Erika. (2018). *Rediseño del secador por atomización para la obtención de colorante natural a partir de mora de castilla (Rubus glaucus)*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8644>
- María Guzmán, T., Cuenca, K., & Tacuri, E. (2018). Caracterización de la poscosecha de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) tratada con 1-metilciclopropeno. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 27(1), 66-75.

- Márquez, C. J., & Ciro, H. J. (2002). Deshidratación de mora de castilla (*rubus glaucus*) bajo régimen convectivo con aire forzado. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 55(2), 1587-1600.
- Martín Villena, M. J., Morales Hernández, M. E., Gallardo Lara, V., & Ruiz Martínez, M. A. (2009). *Técnicas de microencapsulación: Una propuesta para microencapsular probióticos*. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/27475>
- Merino, C. G. (2019). *Microencapsulado de aceite de ajonjolí con mucílago de tamarindo como agente encapsulante*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/104807>
- Moreno, B. L., & Deaquiz Oyola, Y. A. (2015). Caracterización de parámetros fisicoquímicos en frutos de mora (*Rubus alpinus* Macfad). *Acta Agronómica*, 65(2), 130-136. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n2.45587>
- Moreno-Alvarez, M. J., Vilorio Matos, A., López, E., & C, D. B. (2002). Estabilidad de antocianinas en jugos pasteurizados de mora (*Rubus glaucus* Benth). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 52(2), 181-186.
- Ordóñez-Santos, L. E., Esparza-Estrada, J., & Osorio Mora, O. (2019). Valorización de subproductos de mora (*Rubus glaucus*): Extracción asistida por ultrasonido de antocianinas totales. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 51(2), 367-380.
- Ospina, C., Karen Gisseth. (2016). *Repositorio institucional UN* [Masters, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá]. <http://www.bdigital.unal.edu.co/56646/>
- Pazo, R. J. M., & Pazo, R. S. B. (2009). Optimización de los parámetros tecnológicos para la obtención del concentrado protéico del algarrobo. *Universidad Nacional de Trujillo*. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9182>
- Prokopiuk, D., Cruz, G., Grados, N., Garro, O., & Chiralt, Y. A. (2000). *ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE FRUTOS DE PROSOPIS ALBA Y PROSOPIS PALLIDA*. 11.

Ramirez_m.pdf. (s. f.). Recuperado 29 de julio de 2020, de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101815/ramirez_m.pdf?sequence=4

Robayo, M. O. M. de. (2000). *Repositorio institucional UN* [Other, Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales]. <http://www.bdigital.unal.edu.co/3330/>

Rodríguez, E., & Sandoval, A. (2003). Hidrocoloides naturales de origen vegetal. Investigaciones recientes y aplicaciones en la industria de alimentos. *Tecnura*, 7(13), 4-13. <https://doi.org/10.14483/22487638.6179>

Rozycki, V. R. (2007). *Instituto de Tecnología de Alimentos Facultad de Ingeniería Química—Universidad Nacional del Litoral Por*. 161.

Sora, Á. D., Fischer, G., & Flórez, R. (2006). Almacenamiento refrigerado de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en empaques con atmósfera modificada. *Agronomía Colombiana*, 24(2), 306-316.

Vera, P. M. Y. (2019). *Metodología de diseño simultáneo de proceso y control aplicada a un secado por atomización multiproducto para sustancias químicas naturales*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11125>

Villacrez, Y., José Luis. (2013). *Desarrollo de microencapsulados por SPRAY DRYING a partir de frutos de mora de castilla (Rubus glaucus Benth)*. 92.

ANEXOS

ANEXO 1: ANÁLISIS DEL PRODUCTO

1. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

El porcentaje de humedad del colorante atomizado se determinó llevando a la estufa a 105 °C por 5 h, transcurrido el tiempo se colocaron en un desecador con silica gel y determinar la humedad mediante el uso de la siguiente formula:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Peso Capsula + muestra humeda} - \text{Peso Capsula + muestra seca}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

2. DETERMINACIÓN DE HIGROSCOPICIDAD

Se pesó 0,1 g de polvo, y se extendió uniformemente sobre placas petri para permitir que la superficie de polvo entre en contacto con el aire. Cada una de las muestras de polvo en placas Petri se colocaron en un desecador sellado herméticamente y utilizando una solución saturada de NaCl (36 g de NaCl en 100 ml. de agua). Después de una semana se tomaron las muestras y se pesaron. (Cai, Y., & Corke, H., 2000). El porcentaje de higroscopicidad se calculó mediante la siguiente ecuación (Jaya y Das, 2004).

$$\text{higroscopicidad (\%)} = \frac{\frac{b}{a} + W_i}{1 + \frac{b}{a}}$$

Donde:

a=cantidad de muestra (g).

b=cantidad de humedad del polvo antes de exponerse a H.R. (g).

Wi=incremento de la cantidad de humedad en el polvo (g).

3. DETERMINACIÓN DE SOLUBILIDAD

Las mezclas secas (0,1 g en 10 mL) disueltas en agua destilada se centrifugaron a 3000 rpm en una centrifuga, durante 5 minutos. Finalmente, se tomara una alícuota de 2,5 mL del sobrenadante a placas Petri, previamente pesadas y se secó en estufa a 105°C durante 5 horas. La solubilidad se calculó por diferencia de peso y se expresó en porcentaje. (Cano-Chauca et al. (2005).)

ANEXO 2: IMÁGENES DEL PROCESO







1. Acondicionamiento de la goma

		
<p>Fotografía 1. Recepción de Algarrobo</p>	<p>Fotografía 2. Selección de algarrobo</p>	<p>Fotografía 3. Algarrobos infestados</p>
		
<p>Fotografía 4. Secado de semillas de Algarrobo</p>	<p>Fotografía 5. Pesado de Algarrobo</p>	<p>Fotografía 6. Lavado de Algarrobo</p>

		
<p>Fotografía 7. Deshidratado de las semillas de Algarrobo</p>	<p>Fotografía 8. Triturado de las semillas de Algarrobo</p>	<p>Fotografía 9. Afrecho de las semillas de Algarrobo</p>
		
<p>Fotografía 10. Tamizado de las semillas de Algarrobo</p>	<p>Fotografía 11. Goma de Algarrobo</p>	<p>Fotografía 12. Almacenamiento de Algarrobo</p>

2. Microencapsulación de la mora

		
<p>Fotografía 1. Recepción de moras</p>	<p>Fotografía 2. Pesado de moras</p>	<p>Fotografía 3. Tamizado de la pulpa de mora</p>
		
<p>Fotografía 4. Jugo de mora</p>	<p>Fotografía 5. Equipo de atomización</p>	<p>Fotografía 6. Acondicionamiento de las muestras</p>
		
<p>Fotografía 7. Acondicionamiento de las muestras</p>	<p>Fotografía 8. Acondicionamiento de las muestras</p>	<p>Fotografía 9. Atomización</p>

		
<p>Fotografía 10. Atomización</p>	<p>Fotografía 11. Control de la temperatura</p>	<p>Fotografía 12. Producto Atomizado</p>
		
<p>Fotografía 13. Pesado del producto atomizado</p>	<p>Fotografía 14. Colorimetro</p>	<p>Fotografía 15. Mora deshidratada</p>

ANEXO 3: Balance de Masa

Tabla 1

Balance de masa de la mora con goma de algarrobo T1=(120 °C, 10% de goma)

Operación	Ingreso	Salida	Ganancia Perdidas			Rendimiento	Rendimiento
			G	g	%	Operación	del Proceso
Recepción	187,0	187,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
Selección	187,00	167,00	0,00	20,00	11,98	89,30	89,30
Clasificación	167,00	157,00	0,00	10,00	6,37	94,01	83,96
Lavado-Desinfectado	157,00	157,00	0,00	0,00	0,00	100,00	83,96
Precocción	157,00	149,00	0,00	8,00	5,37	94,90	79,68
Pulpeado	149,00	100,00	0,00	49,00	49,00	67,11	53,48
Acondicionado	100,00	110,15	10,15	0,00	0,00	110,15	58,90
Atomizado	110,15	18,15	0,00	92,00	506,89	16,48	9,71
Envasado	18,15	16,15	0,00	2,00	12,38	88,98	8,64
Sellado	16,15	16,15	0,00	0,00	0,00	100,00	8,64
Almacenamiento	16,15	16,15	0,00	0,00	0,00	100,00	8,64

Tabla 2

Balance de masa de la mora con goma de algarrobo T2=(120 °C, 20% de goma)

Operación	Ingreso	Salida	Ganancia Perdidas			Rendimiento	Rendimiento
			G	g	%	Operación	del Proceso
Recepción	187,00	187,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
Selección	187,00	167,00	0,00	20,00	11,98	89,30	89,30
Clasificación	167,00	157,00	0,00	10,00	6,37	94,01	83,96
Lavado-Desinfectado	157,00	157,00	0,00	0,00	0,00	100,00	83,96
Precocción	157,00	149,00	0,00	8,00	5,37	94,90	79,68

Pulpeado	149,00	100,00	0,00	49,00	49,00	67,11	53,48
Acondicionado	100,00	120,15	20,15	0,00	0,00	120,15	64,25
Atomizado	120,15	25,15	0,00	95,00	377,73	20,93	13,45
Envasado	25,15	23,15	0,00	2,00	8,64	92,05	12,38
Sellado	23,15	23,15	0,00	0,00	0,00	100,00	12,38
Almacenamiento	23,15	23,15	0,00	0,00	0,00	100,00	12,38

Tabla 3

Balance de masa de la mora con goma de algarrobo T3=(120 °C, 30% de Goma)

Operación	Ingreso	Salida	Ganancia		Perdidas		Rendimiento Operación	Rendimiento del Proceso
			G		G	%		
Recepción	187,00	187,00	0,00		0,00	0,00	100,00	100,00
Selección	187,00	167,00	0,00		20,00	11,98	89,30	89,30
Clasificación	167,00	157,00	0,00		10,00	6,37	94,01	83,96
Lavado-Desinfectado	157,00	157,00	0,00		0,00	0,00	100,00	83,96
Precocción	157,00	149,00	0,00		8,00	5,37	94,90	79,68
Pulpeado	149,00	100,00	0,00		49,00	49,00	67,11	53,48
Acondicionado	100,00	130,15	30,15		0,00	0,00	130,15	69,60
Atomizado	130,15	29,15	0,00		101,00	346,48	22,40	15,59
Envasado	29,15	27,15	0,00		2,00	7,37	93,14	14,52
Sellado	27,15	27,15	0,00		0,00	0,00	100,00	14,52
Almacenamiento	27,15	27,15	0,00		0,00	0,00	100,00	14,52

Tabla 4

Balance de masa de la mora con goma de algarrobo T4=(150 °C, 10% de goma)

Operación	Ingreso	Salida	Ganancia		Perdidas		Rendimiento	Rendimiento del
			G		g	%	Operación	Proceso
Recepción	187,00	187,00	0,00		0,00	0,00	100,00	100,00
Selección	187,00	167,00	0,00		20,00	11,98	89,30	89,30
Clasificación	167,00	157,00	0,00		10,00	6,37	94,01	83,96
Lavado-Desinfectado	157,00	157,00	0,00		0,00	0,00	100,00	83,96
Precocción	157,00	149,00	0,00		8,00	5,37	94,90	79,68
Pulpeado	149,00	100,00	0,00		49,00	49,00	67,11	53,48
Acondicionado	100,00	110,15	10,15		0,00	0,00	110,15	58,90
Atomizado	110,15	20,15	0,00		90,00	446,65	18,29	10,78
Envasado	20,15	18,15	0,00		2,00	11,02	90,07	9,71
Sellado	18,15	18,15	0,00		0,00	0,00	100,00	9,71
Almacenamiento	18,15	18,15	0,00		0,00	0,00	100,00	9,71

Tabla 5

Balance de masa de la mora con goma de algarrobo T5=(150 °C, 20% de goma)

			Ganancia		Perdidas	Rendimiento	Rendimiento
Operación	Ingreso	Salida	G	g	%	Operación	del Proceso
Recepción	187,00	187,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
Selección	187,00	167,00	0,00	20,00	11,98	89,30	89,30
Clasificación	167,00	157,00	0,00	10,00	6,37	94,01	83,96
Lavado-Desinfectado	157,00	157,00	0,00	0,00	0,00	100,00	83,96

Precocción	157,00	149,00	0,00	8,00	5,37	94,90	79,68
Pulpeado	149,00	100,00	0,00	49,00	49,00	67,11	53,48
Acondicionado	100,00	120,15	20,15	0,00	0,00	120,15	64,25
Atomizado	120,15	25,15	0,00	95,00	377,73	20,93	13,45
Envasado	25,15	24,15	0,00	1,00	4,14	96,02	12,91
Sellado	24,15	24,15	0,00	0,00	0,00	100,00	12,91
Almacenamiento	24,15	24,15	0,00	0,00	0,00	100,00	12,91

Tabla 6

Balance de masa de la mora con goma de algarrobo T6=(150 °C, 30% de Goma)

Operación	Ganancia			Perdidas		Rendimiento Operación	Rendimiento del Proceso
	Ingreso	Salida	G	g	%		
Recepción	187,00	187,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,0
Selección	187,00	167,00	0,00	20,00	11,98	89,30	89,30
Clasificación	167,00	157,00	0,00	10,00	6,37	94,01	83,96
Lavado-Desinfectado	157,00	157,00	0,00	0,00	0,00	100,00	83,96
Precocción	157,00	149,00	0,00	8,00	5,37	94,90	79,68
Pulpeado	149,00	100,00	0,00	49,00	49,00	67,11	53,48
Acondicionado	100,00	130,15	30,15	0,00	0,00	130,15	69,60
Atomizado	130,15	27,15	0,00	103,00	379,7	20,86	14,52
Envasado	27,15	25,15	0,00	2,00	7,95	92,63	13,45
Sellado	25,15	25,15	0,00	0,00	0,00	100,00	13,45
Almacenamiento	25,15	25,15	0,00	0,00	0,00	100,00	13,45

Tabla 16

Balance de masa de la mora con goma de algarrobo T7=(180 °C, 10% de Goma)

Operación	Ingreso	Salida	Ganancia Perdidas			Rendimiento Operación	Rendimiento del Proceso
			g	g	%		
Recepción	187,00	187,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
Selección	187,00	167,00	0,00	20,00	11,98	89,30	89,30
Clasificación	167,00	157,00	0,00	10,00	6,37	94,01	83,96
Lavado-Desinfectado	157,00	157,00	0,00	0,00	0,00	100,00	83,96
Precocción	157,00	149,00	0,00	8,00	5,37	94,90	79,68
Pulpeado	149,00	100,00	0,00	49,00	49,00	67,11	53,48
Acondicionado	100,00	110,15	10,15	0,00	0,00	110,15	58,90
Atomizado	110,15	17,65	0,00	92,50	524,08	16,02	9,44
Envasado	17,65	15,65	0,00	2,00	12,78	88,67	8,37
Sellado	15,65	15,65	0,00	0,00	0,00	100,00	8,37
Almacenamiento	15,65	15,65	0,00	0,00	0,00	100,00	8,37

Tabla 8

Balance de masa de la mora con goma de algarrobo T8=(180 °C, 20% de goma)

Operación	Ingreso	Salida	Ganancia Perdidas			Rendimiento Operación	Rendimiento del Proceso
			G	G	%		
Recepción	187,00	187,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
Selección	187,00	167,00	0,00	20,00	11,98	89,30	89,30
Clasificación	167,00	157,00	0,00	10,00	6,37	94,01	83,96
Lavado-Desinfectado	157,00	157,00	0,00	0,00	0,00	100,00	83,96
Precocción	157,00	149,00	0,00	8,00	5,37	94,90	79,68
Pulpeado	149,00	100,00	0,00	49,00	49,00	67,11	53,48
Acondicionado	100,00	120,15	20,15	0,00	0,00	120,15	64,25

Atomizado	120,15	26,65	0,00	93,50	350,84	22,18	14,25
Envasado	26,65	24,65	0,00	2,00	8,11	92,50	13,18
Sellado	24,65	24,65	0,00	0,00	0,00	100,00	13,18
Almacenamiento	24,65	24,65	0,00	0,00	0,00	100,00	13,18

Tabla 9

Balance de masa de la mora con goma de algarrobo T9=(180 °C, 30% de Goma)

Operación	Ingreso	Salida	Ganancia		Perdidas		Rendimiento	Rendimiento de
			g	g	%	Operación	Proceso	
Recepción	187,00	187,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	
Selección	187,00	167,00	0,00	20,00	11,98	89,30	89,30	
Clasificación	167,00	157,00	0,00	10,00	6,37	94,01	83,96	
Lavado-Desinfectado	157,00	157,00	0,00	0,00	0,00	100,00	83,96	
Precocción	157,00	149,00	0,00	8,00	5,37	94,90	79,68	
Pulpeado	149,00	100,00	0,00	49,00	49,00	67,11	53,48	
Acondicionado	100,00	130,15	30,15	0,00	0,00	130,15	69,60	
Atomizado	130,15	28,45	0,00	101,70	357,47	21,86	15,21	
Envasado	28,45	26,45	0,00	2,00	7,56	92,97	14,14	
Sellado	26,45	26,45	0,00	0,00	0,00	100,00	14,14	
Almacenamiento	26,45	26,45	0,00	0,00	0,00	100,00	14,14	

ANEXO 4: Resultados de la evaluación sensorial

Evaluación sensorial de la mora atomizada

- **El Modelo Aditivo Lineal** del presente trabajo de investigación es el siguiente:

Variable Respuesta: Rendimiento de la mora atomizada

$$Y_{ij} = \mu + \delta_i + \xi_{ij} \quad ; \quad Y_{ij} = \mu_i + \xi_{ij} \quad \text{donde } i = 1, 2, \dots, 9; \quad j = 1, 2, 3$$

Y_{ij} = Es el valor observado en el i tratamiento y la j-esimo repetición

μ_i = Efecto de la media de todos i

μ = Efecto de la media general

δ_i = Es efecto del i-ésimo tratamiento

ξ_{ij} = Es el efecto del error experimental en el i-ésimo tratamiento y la j-ésimo repetición

4.1 Evaluación del Rendimiento

- **Hipótesis**

Normalidad de errores

H_0 = Los errores se distribuyen normalmente

H_1 = Los errores no se distribuyen normalmente

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba:

$$AD = 0,161$$

$$P_{\text{valor}} = 0,918$$

$$P_{\text{valor}} > 0.05 \quad \text{No se rechaza } H_0$$

Decisión: No se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que los errores se distribuyen normalmente (Se cumple el supuesto)

- ANVA

Análisis de varianza de 2 factores (ANVA) se obtendrá con el programa en minitab.

Tabla 10

ANOVA para la evaluación del Rendimiento

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	2	0,0498	0,0249	0,05	0,949
Goma	2	43,1294	21,5647	46,02	0,002
Error	4	1,8744	0,4686		
Total	8	45,0536			

Nota. Elaboración propia (2019)

Nivel Temperatura

Hipótesis

H_0 = No hay efecto de la temperatura sobre el rendimiento promedio de la mora atomizada

H_1 = hay efecto de algún nivel de temperatura sobre el rendimiento promedio de la mora atomizada

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba:

$$F = 0,05$$

$$P_{\text{valor}} = 0,949$$

$$P_{\text{valor}} > 0.05 \quad \text{No se rechaza } H_0$$

Decisión: No Se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que no hay efecto de la temperatura sobre el rendimiento promedio de la mora atomizada (se cumple el supuesto)

Nivel de concentración de goma de algarrobo

Hipótesis

H_0 = No hay efecto de la concentración de goma de algarrobo sobre el rendimiento promedio de la mora atomizada

H_1 = hay efecto de algún tipo de concentración de goma de algarrobo sobre el rendimiento promedio de la mora atomizada

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba:

$$F = 46,02$$

$$P_{\text{valor}} = 0,002$$

$$P_{\text{valor}} > 0.05 \quad \text{No se rechaza } H_0$$

Decisión: Se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que hay efecto de algún tipo de concentración de goma de algarrobo sobre el rendimiento promedio de la mora atomizada (No se cumple el supuesto)

Comparaciones Múltiples (TUKEY)

Por lo tanto:

Hipotesis

H_0 = Hipótesis nula = Todas las medias son iguales = $\mu_i = \mu$

H_1 = Hipótesis alterna = No todas las medias son iguales = $\mu_i \neq \mu$

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

H_0 se rechaza es decir al menos un $\mu_i \neq \mu$ es decir al menos uno de los promedios de los tratamientos es diferente.

Tabla 11

Comparaciones en pareja de tukey de la concentración de goma de algarrobo

Goma	N	Media	Agrupación
b3	3	14,0367	A
b2	3	12,8233	A
b1	3	8,9067	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Nota. Elaboración propia (2019)

Conclusión: Con una significancia del 5%, se puede afirmar que los niveles de concentración de goma de algarrobo de mayor eficacia en el rendimiento corresponde al 20 % o al 30% pudiéndose elegir a cualquiera de los 2 tratamientos.

4.2 Evaluación del contenido de humedad

- Hipótesis

Normalidad de errores

H_0 = Los errores se distribuyen normalmente

H_1 = Los errores no se distribuyen normalmente

Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

Estadístico de prueba:

AD= 0,406

$P_{\text{valor}}=0,328$

$P_{\text{valor}} > 0.05$; entonces: No se rechaza H_0

Decisión: No se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que los errores se distribuyen normalmente (Se cumple el supuesto)

Homogeneidad de variancias

- Hipótesis

H_0 = Las varianzas son iguales (Homogéneas); $H_0 = \delta_{12} = \delta_{22} = \delta_{32}$

H_1 = Al menos una varianza es diferente; $H_1 \neq \delta_{12} \neq \delta_{22} \neq \delta_{32} \neq$ al menos \neq

Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

Estadístico de prueba:

Bartlett= 1,83

$P_{\text{valor}}=0,986$

$P_{\text{valor}} > 0.05$; entonces: No se rechaza H_0

Decisión: No Se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que las varianzas son homogéneas (se cumple el supuesto)

- ANVA

Análisis de varianza de dos factores (ANVA) se obtendrá con el programa en minitab.

Tabla 12

ANOVA para la evaluación de Humedad

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	2	8,1498	4,07490	680,83	0,000
Goma	2	1,1645	0,58224	97,28	0,000
Temperatura*Goma	4	0,1997	0,04993	8,34	0,001
Error	18	0,1077	0,00599		
Total	26	9,6217			

Nota. Elaboración propia (2019)

Nivel Temperatura*Goma

Hipótesis

H_0 = No Existe interacción entre los niveles de temperatura y concentración de goma que influya en la humedad promedio de la mora atomizada

H_1 = Existe interacción entre los niveles de temperatura y concentración de goma que influya en la humedad promedio de la mora atomizada

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba:

$$F = 8,34$$

$$P_{\text{valor}} = 0,001$$

$$P_{\text{valor}} > 0.05; \text{ entonces: No se rechaza } H_0$$

Decisión: Se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que existe interacción entre los niveles de temperatura y concentración de goma que influya en la humedad promedio de la mora atomizada

Comparaciones Múltiples (TUKEY)

Por lo tanto:

Hipotesis

H_0 = Hipótesis nula = Todas las medias son iguales = $\mu_i = \mu$

H_1 = Hipótesis alterna = No todas las medias son iguales = $\mu_i \neq \mu$

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

H_0 se rechaza es decir al menos un $\mu_i \neq \mu$ es decir al menos uno de los promedios de los tratamientos es diferente.

Tabla 13

Comparaciones en pareja de tukey de la interacción Temperatura - goma de algarrobo

Temperatura*Goma	N	Media	Agrupación		
a1 b1	3	6,06667	A		
a1 b2	3	5,96667	A	B	
a1 b3	3	5,83333		B	C
a2 b1	3	5,70000			C
a2 b2	3	5,43333		D	
a2 b3	3	4,97333			E
a3 b1	3	4,84000		E	F
a3 b2	3	4,70000			F
a3 b3	3	4,30000			G

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Nota. Elaboración propia (2019)

Conclusión: Con una significancia del 5%, se puede afirmar que la interacción de los niveles de temperatura a 120 °C con concentraciones de 10%,20% y 30% y temperatura de 150 °c con 10% de goma, son significativamente iguales; asimismo a temperatura de 150 °C con 30% de goma, temperatura de 180°C con 10% de goma y temperatura de 180°C con 20% de goma, son significativamente iguales; mientras que a temperatura de 150 °C con 20% de goma y a temperatura de 180 °C con 30% de goma son significantivamente diferentes en el contenido de humedad.

Nivel Temperatura

Hipótesis

H_0 = No hay efecto de la temperatura sobre la humedad promedio de la mora atomizada

H_1 = hay efecto de algún nivel de temperatura sobre la humedad promedio de la mora atomizada

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba:

$$F = 680,83$$

$$P_{\text{valor}} = 0,000$$

$$P_{\text{valor}} > 0.05 \quad \text{No se rechaza } H_0$$

Decisión: Se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que hay efecto de la temperatura sobre la humedad promedio de la mora atomizada

Comparaciones Múltiples (TUKEY)

Por lo tanto:

Hipotesis

H_0 = Hipótesis nula = Todas las medias son iguales = $\mu_i = \mu$

H_1 = Hipótesis alterna = No todas las medias son iguales = $\mu_i \neq \mu$

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Tabla 14

Comparaciones en pareja de tukey de la temperatura en la humedad de goma de algarrobo

Temperatura	N	Media	Agrupación
a1	9	5,95556	A
a2	9	5,36889	B
a3	9	4,61333	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Nota. Elaboración propia (2019)

Conclusión: Con una significancia del 5%, se puede afirmar que los niveles promedio de temperatura de atomización son significativamente diferentes en el contenido de humedad promedio.

Nivel de concentración de goma de algarrobo

Hipótesis

H_0 = No hay efecto de la concentración de goma de algarrobo sobre la humedad promedio de la mora atomizada

H_1 = hay efecto de algún tipo de concentración de goma de algarrobo sobre la humedad promedio de la mora atomizada

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba:

$$F = 97,28$$

$$P_{\text{valor}} = 0,000$$

$$P_{\text{valor}} > 0.05 \quad \text{No se rechaza } H_0$$

Decisión: Se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que hay efecto de algún tipo de concentración de goma de algarrobo sobre la humedad promedio de la mora atomizada (No se cumple el supuesto)

Comparaciones Múltiples (TUKEY)

Por lo tanto:

Hipotesis

H_0 = Hipótesis nula = Todas las medias son iguales = $\mu_i = \mu$

H_1 = Hipótesis alterna = No todas las medias son iguales = $\mu_i \neq \mu$

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Tabla 15

Comparaciones en pareja de tukey de la concentración de goma de algarrobo

Goma	N	Media	Agrupación
b1	9	5,53556	A
b2	9	5,36667	B
b3	9	5,03556	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Nota. Elaboración propia (2019)

Conclusión: Con una significancia del 5%, se puede afirmar que no todas las medias son iguales de los niveles de concentración de goma de algarrobo en el contenido de humedad promedio.

4.3 Evaluación de la higroscopicidad

- Hipótesis

Normalidad de errores

H_0 = Los errores se distribuyen normalmente

H_1 = Los errores no se distribuyen normalmente

Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

Estadístico de prueba:

AD= 0,952

$P_{\text{valor}}=0,014$

$P_{\text{valor}} > 0.05$; entonces: No se rechaza H_0

Decisión: se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que los errores no se distribuyen normalmente.

Homogeneidad de variancias

- Hipótesis

H_0 = Las varianzas son iguales (Homogéneas); $H_0 = \delta_{12} = \delta_{22} = \delta_{32}$

H_1 = Al menos una varianza es diferente; $H_1 \neq \delta_{12} \neq \delta_{22} \neq \delta_{32} \neq$ al menos \neq

Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

Estadístico de prueba:

Bartlett= 2,74

$P_{\text{valor}}=0,950$

$P_{\text{valor}} > 0.05$; entonces: No se rechaza H_0

Decisión: No Se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que las varianzas son homogéneas (se cumple el supuesto)

- ANVA

Análisis de varianza de dos factores (ANVA) se obtendrá con el programa en minitab.

Tabla 16

ANOVA para la evaluación de Higroscopicidad

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust	Valor F	Valor p
Temperatura	2	4,0141	2,0070	5,21	0,016
Goma	2	32,8719	16,4359	42,67	0,000
Temperatura*Goma	4	0,1259	0,0315	0,08	0,987
Error	18	6,9333	0,3852		
Total	26	43,9452			

Nota. Elaboración propia (2019)

Nivel Temperatura*Goma

Hipótesis

H_0 = No Existe interacción entre los niveles de temperatura y concentración de goma que influya en la higroscopicidad promedio de la mora atomizada

H_1 = Existe interacción entre los niveles de temperatura y concentración de goma que influya en la higroscopicidad promedio de la mora atomizada

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba:

$$F = 0,08$$

$$P_{\text{valor}} = 0,987$$

$P_{\text{valor}} > 0.05$; entonces: No se rechaza H_0

Decisión: No Se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que no existe interacción entre los niveles de temperatura y concentración de goma que influya en la humedad promedio de la mora atomizada

Nivel Temperatura

Hipótesis

H_0 = No hay efecto de la temperatura sobre la higroscopicidad promedio de la mora atomizada

H_1 = hay efecto de algún nivel de temperatura sobre la higroscopicidad promedio de la mora atomizada

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba:

$$F = 5,21$$

$$P_{\text{valor}} = 0,016$$

$P_{\text{valor}} > 0.05$ No se rechaza H_0

Decisión: Se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que hay efecto de la temperatura sobre la higroscopicidad promedio de la mora atomizada

Comparaciones Múltiples (TUKEY)

Por lo tanto:

Hipotesis

H_0 = Hipótesis nula = Todas las medias son iguales = $\mu_i = \mu$

H_1 = Hipótesis alterna = No todas las medias son iguales = $\mu_i \neq \mu$

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Tabla 17

Comparaciones en pareja de tukey de la temperatura en la higroscopicidad

Temperatura	N	Media	Agrupación	
a1	9	16,7333	A	
a2	9	16,2556	A	B
a3	9	15,7889	B	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Nota. Elaboración propia (2019)

Conclusión: Con una significancia del 5%, se puede afirmar que los niveles promedio de temperatura de atomización son significativamente iguales en la higroscopicidad promedio.

Nivel de concentración de goma de algarrobo

Hipótesis

H_0 = No hay efecto de la concentración de goma de algarrobo sobre la higroscopicidad promedio de la mora atomizada

H_1 = hay efecto de algún tipo de concentración de goma de algarrobo sobre la higroscopicidad promedio de la mora atomizada

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba:

$$F = 42,67$$

$$P_{\text{valor}} = 0,000$$

$$P_{\text{valor}} > 0.05 \quad \text{No se rechaza } H_0$$

Decisión: Se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que hay efecto de algún tipo de concentración de goma de algarrobo sobre la higroscopicidad promedio de la mora atomizada (No se cumple el supuesto)

Comparaciones Múltiples (TUKEY)

Por lo tanto:

Hipotesis

H_0 = Hipótesis nula = Todas las medias son iguales = $\mu_i = \mu$

H_1 = Hipótesis alterna = No todas las medias son iguales = $\mu_i \neq \mu$

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Tabla 18

Comparaciones en pareja de tukey de la concentración de goma de algarrobo

Goma	N	Media	Agrupación
b1	9	17,6444	A
b2	9	16,1889	B
b3	9	14,9444	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Nota. Elaboración propia (2019)

Conclusión: Con una significancia del 5%, se puede afirmar que no todas las medias son iguales de los niveles de concentración de goma de algarrobo en la higroscopicidad promedio.

4.4 Evaluación de la solubilidad

- Hipótesis

Normalidad de errores

H_0 = Los errores se distribuyen normalmente

H_1 = Los errores no se distribuyen normalmente

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba:

$$AD = 0,248$$

$$P_{\text{valor}} = 0,728$$

$P_{\text{valor}} > 0.05$; entonces: No se rechaza H_0

Decisión: No Se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que los errores se distribuyen normalmente (Se cumple el supuesto)

Homogeneidad de variancias

- Hipótesis

H_0 = Las varianzas son iguales (Homogéneas); $H_0 = \delta_{12} = \delta_{22} = \delta_{32}$

H_1 = Al menos una varianza es diferente; $H_1 \neq \delta_{12} \neq \delta_{22} \neq \delta_{32} \neq$ al menos \neq

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba:

$$\text{Bartlett} = 9,69$$

$$P_{\text{valor}}=0,287$$

$P_{\text{valor}} > 0.05$; entonces: No se rechaza H_0

Decisión: No Se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que las varianzas son homogéneas (se cumple el supuesto)

- ANVA

Análisis de varianza de dos factores (ANVA) se obtendrá con el programa en minitab.

Tabla 19

ANOVA para la evaluación de Solubilidad

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	2	23,167	11,584	8,99	0,002
Goma	2	3,605	1,803	1,40	0,272
Temperatura*Goma	4	37,348	9,337	7,25	0,001
Error	18	23,187	1,288		
Total	26	87,307			

Nota. Elaboración propia (2019)

Nivel Temperatura*Goma

Hipótesis

H_0 = No Existe interacción entre los niveles de temperatura y concentración de goma que influya en la solubilidad promedio de la mora atomizada

H_1 = Existe interacción entre los niveles de temperatura y concentración de goma que influya en la solubilidad promedio de la mora atomizada

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba:

$$F = 7,25$$

$$P_{\text{valor}}=0,001$$

$P_{\text{valor}} > 0.05$; entonces: No se rechaza H_0

Decisión: Se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que existe interacción entre los niveles de temperatura y concentración de goma que influya en la solubilidad promedio de la mora atomizada

Comparaciones Múltiples (TUKEY)

Por lo tanto:

Hipotesis

H_0 = Hipótesis nula = Todas las medias son iguales = $\mu_i = \mu$

H_1 = Hipótesis alterna = No todas las medias son iguales = $\mu_i \neq \mu$

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

H_0 se rechaza es decir al menos un $\mu_i \neq \mu$ es decir al menos uno de los promedios de los tratamientos es diferente.

Tabla 20

Comparaciones en pareja de tukey de la interacción Temperatura - goma de algarrobo

Temperatura*Goma	N	Media	Agrupación			
a3 b3	3	81,8667	A			
a3 b2	3	81,4667	A	B		
a1 b1	3	81,3667	A	B	C	
a2 b3	3	80,0667	A	B	C	D
a1 b2	3	79,2333	A	B	C	D
a3 b1	3	78,9333	A	B	C	D
a1 b3	3	78,5333	B C D			
a2 b1	3	78,2000	C D			

a2 b2 3 77,2000 D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Nota. Elaboración propia (2019)

Conclusión: Con una significancia del 5%, se puede afirmar que la interacción temperatura y concentración de goma de algarrobo todas las medias de los tratamientos son iguales.

Nivel Temperatura

Hipótesis

H_0 = No hay efecto de la temperatura sobre la solubilidad promedio de la mora atomizada

H_1 = hay efecto de algún nivel de temperatura sobre la solubilidad promedio de la mora atomizada

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba:

$$F = 8,99$$

$$P_{\text{valor}} = 0,002$$

$$P_{\text{valor}} > 0.05 \quad \text{No se rechaza } H_0$$

Decisión: Se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que hay efecto de la temperatura sobre la solubilidad promedio de la mora atomizada

Comparaciones Múltiples (TUKEY)

Por lo tanto:

Hipotesis

$$H_0 = \text{Hipótesis nula} = \text{Todas las medias son iguales} = \mu_i = \mu$$

H_1 = Hipótesis alterna = No todas las medias son iguales = $\mu_i \neq \mu$

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Tabla 21

Comparaciones en pareja de tukey de la temperatura en la solubilidad de goma de algarrobo

Temperatura	N	Media	Agrupación	
a3	9	80,7556	A	
a1	9	79,7111	A	B
a2	9	78,4889		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Nota. Elaboración propia (2019)

Conclusión: Con una significancia del 5%, se puede afirmar que los niveles promedio de temperatura de atomización son significativamente iguales en solubilidad promedio.

Nivel de concentración de goma de algarrobo

Hipótesis

H_0 = No hay efecto de la concentración de goma de algarrobo sobre la solubilidad promedio de la mora atomizada

H_1 = hay efecto de algún tipo de concentración de goma de algarrobo sobre la solubilidad promedio de la mora atomizada

Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

Estadístico de prueba:

$F = 1,40$

$P_{\text{valor}} = 0,272$

$P_{\text{valor}} > 0.05$ No se rechaza H_0

Decisión: No Se Rechaza H_0

Conclusión: Con una significancia del 5%, se concluye que no hay efecto de la concentración de goma de algarrobo sobre la solubilidad promedio de la mora atomizada.

ANEXO - CERTIFICADO TURNITIN

MICROENCAPSULACIÓN DEL JUGO DE MORA (*Rubus glaucus*) USANDO GOMA GARROFIN EN EL PROCESO DE ATOMIZACIÓN

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%FUENTES DE
INTERNET**1%**

PUBLICACIONES

10%TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE**ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)**

6%

★ Submitted to Universidad Nacional del Centro del
Peru

Trabajo del estudiante

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo