



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

“Obtención De Una Biobolsa a base De Almidón De Oca (*Oxalis tuberosa*) para Té Verde (*Camellia sinensis*) Soluble”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para obtener el grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTOR: JESSICA PAULINA ALVAREZ INFANTE

DIRECTOR: ING. LINDA MARIUXI FLORES FIALLOS

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Jessica Paulina Alvarez Infante

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, Jessica Paulina Alvarez Infante, declaro que el presente trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 9 de febrero de 2023



Jessica Paulina Alvarez Infante
060515554-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación , “**Obtención De Una Biobolsa a base De Almidón De Oca (*Oxalis Tuberosa*) Para Té Verde (*Camellia Sinensis*) Soluble**”, realizado por el señor/ la señorita: **JESSICA PAULINA ALVAREZ INFANTE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. César Arturo Puente Guijarro PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-02-09
Ing. Linda Mariuxi Flores Fiallos DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN		2023-02-09
Ing. Marco Raúl Chuiza Rojas ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023-02-09

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mis padres Javier y Rocío que con su amor y apoyo han sido mi guía durante todo mi carrera estudiantil, mis hermanos Francis y Cris que con su compañía diaria me han ayudado a continuar con mis estudios, a mi hijo Isaac que desde que llego a mí vida ha sido un motor para continuar con mis estudios y Andrés que su apoyo incondicional a hecho que tenga más metas que podamos cumplirlas juntos.

Jessica

AGRADECIMIENTO

Al finalizar este trabajo de investigación quiero agradecer a Dios y a la Virgen Santísima por haberme puesto en esta carrera. A mis docentes Ing. Linda Flores, Ing. Marco Chuiza, por impartir sus conocimientos y su ayuda durante el desarrollo de mi trabajo de investigación. A mis padres Javier y Rocío, mis hermanos, mi hijo y mi amor por sus consejos por ser parte de este sueño porque siempre me han apoyado y creído en mí para culminar mi carrera universitaria.

Jessica

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	2
1.1. <i>Identificación del Problema</i>	2
1.2. <i>Justificación del Problema</i>	4
1.3. Objetivos de la Investigación	5
1.3.1. <i>General</i>	5
1.3.2. <i>Específicos</i>	5
1.4. MARCO METODOLÓGICO.....	6
1.4.1. <i>Antecedentes de la investigación</i>	6
1.4.2. <i>Tubérculos Andinos</i>	8
1.4.3. La oca.....	9
1.4.3.1. <i>Origen</i>.....	10
1.4.3.2. <i>Distribución geográfica</i>.....	10
1.4.3.3. <i>Morfología de la Oca</i>	11
1.4.3.4. <i>Tipos de ocas</i>	13
1.4.3.5. <i>Oca Blanca</i>	14
1.4.3.6. <i>Oca Chaucha</i>	14
1.4.3.7. <i>Nombres comunes de la oca</i>	15
1.4.3.8. <i>Calendario Agrofestivo del tubérculo oca</i>.....	15
1.4.3.9. <i>Características ambientales</i>	16
1.4.3.10. <i>Propiedades</i>	16

1.4.3.11.	<i>Maduración de la oca</i>	17
1.4.4.	Polímeros	17
1.4.4.1.	<i>Polímero biodegradable</i>	17
1.4.4.2.	Almidón	18
1.4.5.	Papel Orgánico	19
1.4.6.	Aceite de girasol	19
1.4.6.1.	Ácidos Grasos	20
1.4.7.	Gelatinización	20
1.4.8.	Té	20
1.4.8.1.	<i>Concepto</i>	21
2.2.1.3.	<i>Productores de Té</i>	21
1.4.8.2.	<i>Producción</i>	21
1.4.8.3.	<i>Beneficios</i>	22
1.4.8.4.	<i>Riesgos</i>	22

CAPITULO II

2.	Metodología	24
2.1.	Hipótesis y especificaciones de variables	24
2.1.1.	<i>Hipótesis General</i>	24
2.1.2.	<i>Hipótesis Específicas</i>	24
2.2.	Identificación de Variables	24
2.3.	Operacionalización de Variables	26
2.4.	Matriz de Consistencia	27
2.5.	Tipo y Diseño de la Investigación	28
2.5.1.	<i>Tipo de investigación</i>	28
2.6.	Unidad de Análisis	29
2.7.	Población de Estudio	29
2.8.	Tamaño de la Muestra	29
2.9.	Selección de la Muestra	30
2.10.	Diseño de la investigación	30
2.10.1.	<i>Técnica para la caracterización del Almidón de Oca</i>	31
2.10.2.	<i>Obtención de Biopapel o Biobolsa</i>	37

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	43
3.1.	<i>Datos de los Análisis Físicos a la materia prima.....</i>	43
3.1.1.	<i>Caracterización física de los tubérculos de Oca.....</i>	43
3.1.2.	<i>Resultados obtenidos del rendimiento del almidón de Oca.....</i>	43
3.1.3.	<i>Análisis de varianza del Rendimiento del Almidón de Oca.....</i>	46
3.2.	Ensayos Físicos Químicos para el Almidón de oca.....	46
3.2.1.	<i>Distribución del tamaño de gránulo.....</i>	46
3.2.2.	<i>Contenido de Amilosa y Amilopectina de Oca.....</i>	47
3.2.3.	<i>Determinación de pH.....</i>	47
3.2.4.	<i>Cálculo del porcentaje de humedad y materia seca.....</i>	48
3.2.5.	<i>Temperatura de Gelatinización.....</i>	49
3.2.6.	<i>Contenido de Cenizas.....</i>	49
3.2.7.	<i>Densidad Aparente.....</i>	50
3.2.8.	<i>Determinar solubilidad.....</i>	51
3.2.9.	<i>Viscosidad de Brookfiel.....</i>	52
3.2.10.	<i>Análisis Microbiológicos.....</i>	52
3.2.11.	<i>Resultados de la caracterización Físicoquímica del almidón de Oca.....</i>	53
3.3.	Elaboración de las láminas o biopapel a partir de almidón de Oca.....	53
3.3.1.	<i>Biopapel a partir de almidón de Oca.....</i>	53
3.4.	Resultados obtenidos de Biopapel de oca.....	54
3.4.1.	<i>Caracterización físico química y mecánica de los bioplásticos de Oca.....</i>	54
3.4.2.	<i>Análisis sensorial de Gel Biopapel.....</i>	55
3.4.2.1.	<i>Evaluación del análisis sensorial del biopapel de Oca.....</i>	55
3.4.2.2.	<i>Caracterización de los biopepeles obtenidos.....</i>	56
3.4.2.3.	<i>Cálculos realizados para la caracterización del biopapel de oca.....</i>	58
3.4.2.4.	<i>Cálculo para el porcentaje de humedad.....</i>	58
3.4.2.5.	<i>Cálculo para el porcentaje de solubilidad.....</i>	59
3.4.2.6.	<i>Espesor.....</i>	60
3.4.2.7.	<i>Permeabilidad.....</i>	60
3.4.2.8.	<i>Ensayo de tracción.....</i>	62
3.4.2.9.	<i>Biodegradabilidad.....</i>	63
3.5.	Discusión de Hipótesis.....	64
3.5.1.	<i>Hipótesis 1.....</i>	64
3.5.2.	<i>Hipótesis 2.....</i>	65

3.5.3.	<i>Hipótesis 3</i>	65
3.5.4.	<i>Hipótesis 4</i>	65
CONCLUSIONES		66
RECOMENDACIONES		67
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Taxonomía de la oca.....	14
Tabla 2-2:	Nombres de la OCA en otros Países.....	15
Tabla 3-2:	Calendario agro festivo de la Oca	15
Tabla 4-2:	Valor Nutritivo en 100 gramos de porción aprovechable	16
Tabla 1-2:	Variables dependientes e independientes la obtención de almidón y de la biopelícula o biopapel.....	23
Tabla 2-2:	Operacionalización de variables para la extracción de almidón	24
Tabla 3-2:	Operacionalización de variables para la obtención del biopapel o biobolsa	24
Tabla 4-2:	Operaciones de Variables	25
Tabla 5-2:	Matriz de Consistencia.....	26
Tabla 6-2:	Varaibles y tratamientos para la extraccion del Almidón	29
Tabla 7-2:	Técnica de Extraccion de almidon de Oca tierna y madura	31
Tabla 8-2:	Técnica de ensasayo Físico químicos para el almidón de Oca	33
Tabla 9-2:	Diseño Factorial 2^k , para la obtención de biobolsa o biopapel a partir de almidón de Oca.....	37
Tabla 10-2:	Datos del diseño factorial para la obtención de Biopapel o Biobolsa	37
Tabla 11-2:	Proceso de Obtención de la Biobolsa o Biopapel.....	38
Tabla 12-2:	Técnica para la Caracterización del Bioplástico	39
Tabla 1-3:	Resultados de la caracterización Física de los tubérculos de oca	43
Tabla 2-3:	Variables para la obtención de Almidón de Oca.....	43
Tabla 3-3:	Resultados de rendimiento de Almidón de Oca.....	45
Tabla 4-3:	Análisis de Varianza.....	46
Tabla 5-3:	Distribución de tamaño gránulos	46
Tabla 6-3:	Resultados de Amilosa y Amilopectina de la Muestra de Almidón de Oca	47
Tabla 7-3:	Determinación de pH	47
Tabla 8-3:	Pocentaje de Humedad y Materia seca	48

Tabla 9-3:	Resultados de Humedad y Materia Seca de Almidón de Oca	49
Tabla 20-3:	Temperatura de Gelanización	49
Tabla 11-3:	Resultados de Ceniza de almidón de Oca	50
Tabla 12-3:	Resultados para la densidad suelta y densidad compacta	51
Tabla 13-3:	Resultados de Solubilidad de Almidon de Oca	51
Tabla 14-3:	Resultados de Viscosidad de Brookfield	52
Tabla 15-3:	Resultados de los Análisis Microbiológicos	52
Tabla 16-3:	Resultados de la Caracterización Físicoquímica del Almidón de Oca	53
Tabla 17-3:	Ensayos de las biobolsas a partir del almidón de Oca	54
Tabla 18-3:	Resumen de las cantidades usadas para la elaboración del Biopapel de Oca	55
Tabla 19-3:	Resultados del Análisis Sensorial del Biopapel de Oca	55
Tabla 20-3:	Resultados del Análisis Sensorial del Biopapel de Oca	57
Tabla 21-3:	Resultados de humedad	58
Tabla 22-3:	Solubilidad en el agua del Biopapel de Oca	59
Tabla 23-3:	Resultados de ensayo de espesor del Biopapel de Oca	60
Tabla 24-3:	Tasa de transmisión de vapor de agua	61
Tabla 25-3:	Resultados para la Transmisión de Vapor de Agua.....	61
Tabla 26-3:	Resultados de los Ensayos de Tracción	62
Tabla 27-3:	Resultados de biodegradabilidad aerobia por diferencia de Peso	63
Tabla 28-3:	Resultados de Biodegradabilidad anaerobia por perdida de área	63
Tabla 29-3:	Resultados de Biodegradabilidad en agua por diferencia de peso	64

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2:	Tubérculos Andinos	8
Ilustración 2-2:	La Oca	10
Ilustración 3-2:	Tallo de la Oca	12
Ilustración 4-2:	Hojas de la oca	12
Ilustración 5-2:	Flores de la Oca.....	13
Ilustración 6-2:	La Oca	13
Ilustración 7-2:	<u>Producción</u> de los Tubérculos Andinos	14
Ilustración 8-2:	Diagrama de Flujo de Extracción de Almidón de Oca	32
Ilustración 9-2:	Diagrama de Flujo de Biobolsa de Oca	38
Ilustración 1-3:	Resultados de la Evaluación de los Atributos sensoriales	56

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-2:	Distribución del tamaño de granulo	33
Ecuación 2-1:	Gran total para la distribución del tamaño de granulo	33
Ecuación 3-2:	Cálculo de Humedad	34
Ecuación 4-2:	Porcentaje de Materia Seca	34
Ecuación 5-2:	Residuos por calcinación	35
Ecuación 6-2:	Densidad Aparente con Almidón Suelto	35
Ecuación 7- 2:	Densidad Aparente con Almidón Empacado	35
Ecuación 8-2:	Porcentaje de Humedad del Bioplástico	39
Ecuación 9-2:	Porcentaje de Solubilidad	40
Ecuación 10-2:	Grado de transmisión de vapor expresada en (g/hxm ³)	40
Ecuación 11-2:	Transmisión de Vapor de Agua	40
Ecuación 12-2:	Porcentaje de biodegradabilidad	41
Ecuación 1-3:	Porcentaje de Rendimiento para Almidones	44
Ecuación 2-3:	Peso de Almidón de Oca	48
Ecuación 3-3:	Residuo por Calcinación	50
Ecuación 4-3:	Porcentaje de Humedad	58
Ecuación 5-3:	Porcentaje de Solubilidad	59
Ecuación 6-3:	Transmisión de la Tasa de Vapor de Agua	60
Ecuación 7-3:	Transmisión de Vapor	61

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE OCA
- ANEXO B:** EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE OCA
- ANEXO C:** PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS DE ALMIDÓN DE OCA
- ANEXO D:** PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS DE ALMIDÓN DE OCA
- ANEXO E:** PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS DE ALMIDÓN DE OCA
- ANEXO F:** PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS DE ALMIDÓN DE OCA
- ANEXO G:** PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS DE ALMIDÓN DE OCA
- ANEXO H:** ELABORACIÓN DE BIOBOLSA A PARTIR DE ALMIDÓN DE OCA
- ANEXO I:** PRUEBAS FÍSICOQUÍMICAS A LA BOLSA DE ALMIDÓN DE OCA
- ANEXO J:** PRUEBAS FÍSICOQUÍMICAS A LA BOLSA DE ALMIDÓN DE OCA
- ANEXO K:** PRUEBAS FÍSICOQUÍMICAS A LA BOLSA DE ALMIDÓN DE OCA
- ANEXO L:** ANÁLISIS DE AMILOSA Y AMILOPECTINA
- ANEXO M:** ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS DE ALMIDÓN DE OCA
- ANEXO N:** ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS DE ALMIDÓN DE OCA
- ANEXO O:** ENSAYOS DE LAS LÁMINAS DE ALMIDÓN
- ANEXO P:** ENSAYOS DE LAS LÁMINAS DE ALMIDÓN
- ANEXO Q:** ENSAYOS DE LAS LÁMINAS DE ALMIDÓN

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

T1O:	Tratamiento número de prueba de la Materia Prima.
TO:	Tratamiento de obtención de Biobolsa
RPM:	Revoluciones por Minuto
CA:	Cantidad de Almidón de Oca
CP:	Cantidad de Plastificante
Mh:	Peso del recipiente más la muestra humedad
Ms:	Peso del recipiente más la muestra seca
Mr:	Peso del recipiente
O:	Tratamiento para Calcular el Porcentaje de Humedad
UFC:	Unidad Formadora de Colonias
PH:	Poder de Hinchamiento
WVTR:	Tasa de Transmisión de Vapor de Agua
WVP:	Transmisión de Vapor de Agua
R:	Residuo de Calcinación

RESUMEN

Dentro de este trabajo de investigación se elaboró una biobolsa con almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) para té verde (*Camellia sinensis*), que evita la eliminación de desechos al medio ambiente, esta se disolvió dentro de agua caliente, adecuada para tomar inmediatamente y con un buen aspecto físico. La identificación de las dosificaciones se realizó con la relación de almidón y plastificante (80:20), esta relación se dio en 4 diferentes tratamientos, se colocó 100 ml de agua como disolvente, 0,04% de aceite girasol que ayudo a que la transmisión de vapor disminuya y el 0,04% de emulsionante tween 60 que permitió la unión del agua y el aceite, evitó la presencia de gotas de aceite en la superficie del té. Para el análisis estadístico se evaluó a las láminas obtenidas de los tratamientos aplicados, conociendo así la influencia que tiene cada uno de los materiales usados, el menor porcentaje de glicerina que fue del 15% dio una lámina con mayor vida útil al disminuir la humedad en sus láminas, el porcentaje de transmisión de vapor fue de $0,00709 \text{ g/h} * \text{m}^2$, una cantidad menor por contener aceite girasol que repele el vapor de agua, la biodegradabilidad de las láminas fueron en ambientes abiertos y cerrados teniendo una buena desintegración al momento de actuar con agua. Se concluye que las láminas obtenidas en el Tratamiento 4 (TO4) si se desintegraron en su totalidad dentro del agua caliente, con un porcentaje de 85:15 (almidón: glicerina), con el uso de los diferentes materiales se dio mayor vida útil a la lámina. Se recomienda que este trabajo de investigación mejore con el uso de otros materiales como los cristales de xilosa y con otros almidones en la elaboración de las láminas y poder aplicarlas para que contenga azúcar, café, té liofilizados y chocolate para bebidas instantáneas.

Palabras clave: <OCA(*Oxalis tuberosa*)>; <ALMIDÓN>; <SOLUBILIDAD>; <BIOBOLSA>; <AMBIENTE>; <PROPIEDADES FÍSICAS>.



0430-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

In this research work, a biobag with goose (*Oxalis tuberosa*) starch for green tea (*Camellia sinensis*), which avoids the elimination of waste into the environment, was prepared and dissolved in hot water, suitable for immediate consumption and with a good physical appearance. The identification of the dosages was done with the ratio of starch and plasticizer (80:20), this ratio was given in 4 different treatments, 100 ml of water was placed as solvent, 0.04% of sunflower oil that helped the vapor transmission to decrease and 0.04% of emulsifier tween 60 that allowed the union of water and oil, avoided the presence of oil drops on the surface of the tea. For the statistical analysis, the sheets obtained from the applied treatments were evaluated, thus knowing the influence of each of the materials used, the lower percentage of glycerin which was 15% gave a sheet with a longer useful life by decreasing the humidity in its sheets, The percentage of vapor transmission was $0.00709 \text{ g}(\text{h} \cdot \text{m}^2)$, a lower amount because it contained sunflower oil that repels water vapor, the biodegradability of the films were in open and closed environments having a good disintegration when acting with water. It is concluded that the films obtained in Treatment 4 (TO4) disintegrated completely in hot water, with a percentage of 85:15 (starch: glycerin), with the use of the different materials the film had a longer useful life. It is recommended that this research work be improved with the use of other materials such as xylose crystals and other starches in the preparation of the films and be able to apply them to contain sugar, coffee, freeze-dried tea and chocolate for instant beverages.

Keywords: <GOOSE (*Oxalis tuberosa*)>; <STARCH>; <SOLUBILITY>; <BIOBAG>; <ENVIRONMENT>; <PHYSICAL PROPERTIES>



Dra. Nanci Margarita Inca Chunata, Mgs

0602926719

0430-DBRA-UPT-2023

INTRODUCCIÓN

Desde que se inventó el plástico se ha desechado tantas toneladas al ambiente, que se ha acumulado tanto plástico que no se desintegra rápidamente esta acción se produce en varios cientos de años. El plástico se ha ido acumulando de una manera extraordinaria que para el día de hoy podemos encontrar microplásticos en el agua potable que consumimos a diario, en el agua del mar, las botellas de agua, dentro de la sal de mesa, en las infusiones de Té, incluso se ha encontrado microplásticos en la carne de las reses que se consume a diario.

Los plásticos se han acumulado tanto en nuestro planeta que ya no sabemos cómo tratarlos, se ha buscado diversas formas de reciclaje, destruirlos, darles un nuevo uso y en el peor de los casos tirarlos al ambiente y dejarlos desintegrar como comúnmente se ha llevado años haciéndolo, por lo que ante tal problema se está buscando otros compuestos que reemplacen o eliminen a los plásticos.

Uno de los propósitos ambientales es eliminar los plásticos del uso cotidiano y reemplazarlos con componentes amigables para el medio ambiente, que si se llega a desechar en algunos días o meses desaparezcan, aporten a la naturaleza y no contaminar más. Es así que cada día hay más investigaciones por encontrar una solución adecuada para eliminar el consumo de los plásticos. Una de las investigaciones es la creación de bolsas con agua que pueden llegar a reemplazar las botellas de plástico, estas bolsas se encuentran elaboradas con un tipo de algas que se puede consumir sin desecharlas.

El almidón es otro tipo de componente que se está usando para la fabricación de plásticos que sean biodegradables, se usa el almidón de diversos productos como la papa, la yuca, el melloco, la oca entre otros alimentos más que permitan la extracción de almidón que es el elemento básico para su elaboración, con la mezcla de otros componentes como la glicerina, el agua y ácido acético (vinagre) se logra la obtención de un plástico resistente, ligero que permite la conservación de alimentos, y que en condiciones adecuadas se desintegra rápidamente y no contamina el lugar donde se encuentre.

La búsqueda de un producto que permita reemplazar la bolsa de Té que se compone por plásticos que contamina el ambiente y nuestro cuerpo. Para la investigación se va a usar la Oca para la extracción de almidón, la glicerina como agente plastificante, el aceite que proporciona fuerza y elongación y el agua como disolvente. Con ayuda de un emulsionante la mezcla de aceite con agua va a ser mucho más fácil y va a dejar la elaboración de una biobolsa.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Identificación del Problema

Nuestro planeta necesita ayuda, un respiro de tanta contaminación que producimos diariamente, los plásticos que usamos no son tratados adecuadamente muchos de ellos por no decir todos son desechados, estos pueden llegar a degradarse después de unos cientos de años lo que significa que sus partículas van siendo liberadas a los mares o la tierra.

Uno de los usos del plástico es su combinación con el papel filtro para Té, pues se usa como el contenedor de todo tipo de planta aromática que se consume como infusión, estas bolsas al ser usadas liberan muchas sustancias nocivas al agua que se bebe, y al ser desechadas con su contenido orgánico son causantes de la muerte de especies animales, dañando el ambiente.

Las bolsas de té se conforman por un 20 a 30 % de materiales plásticos, este material plástico permite que pueda sellarse térmicamente, y al momento de su consumo el Té libera microplásticos y nanoplásticos, puede llegar a desprender entre 11 600 y 3 100 partículas respectivamente, dentro de las bolsas de Té verde y negro se observó la presencia de metales pesados como el plomo, magnesio y arsénico que pueden llegar a afectar nuestra salud, otros de los elementos encontrados son los hidrocarburos aromáticos policíclicos como el benceno pireno, fluoreno, antraceno y criseno, las infusiones de Té liberan todo este tipo de compuestos químicos que al ingresar en nuestro cuerpo produce algunas enfermedades y al ser desechadas y no ser biodegradable liberan este tipo de compuestos al ambiente.

Una bolsa filtro de Té debe ser resistente, debe soportar altas temperaturas lo que hace que su degradación sea más larga, al tener componentes plásticos puede llegar a degradarse dentro de 100 a 700 años mientras tanto su contaminación se sigue produciendo y sigue acumulándose, debido a que es un producto que se consume a diario, al año hay un promedio de 427 tazas consumidas por una persona dentro de Latino América y esto hace que se siga acumulando sus desechos.

Para detener el uso de estas bolsas filtrantes no degradables y con muchos contaminantes ambientales que a nuestro cuerpo y planeta no le favorece, se desea obtener una bolsa

biodegradable que se pueda también consumir sin producir desechos al ambiente y las características de olor, sabor y color deseados del té.

En el Ecuador, el uso del almidón en la elaboración de biobolsas para té es un tema que no se ha estudiado a fondo ya que, es muy amplio por la variedad de plantas de las que se puede obtener un producto biodegradable, y cada una con diferentes características que los hace únicos.

1.2. Justificación del Problema

El consumo de té ha aumentado en el contexto familiar porque se pueden encontrar plantas que intervienen en el cuidado de la salud de las personas, entre sus beneficios están el ayudar a tratar malestares, desde el dolor de cabeza hasta el insomnio. El té es un producto que se recomienda para personas de cualquier edad, pero tiene una desventaja, tras su consumo la bolsa filtrante libera plásticos, metales pesados e hidrocarburos policíclicos dentro de la infusión, y al ser desechada no recibe un buen tratamiento de disposición final.

En este tiempo se busca alternativas al consumo de productos que tengan características biodegradables, que ya si se desechan vayan al ambiente y no produzca más contaminación de la ya existente. De esta manera se plantea como alternativa el uso del almidón de oca para obtener una biobolsa degradable y comestible, con alto contenido de azúcar para el consumo, y que tenga beneficios para la salud.

La región Sierra ecuatoriana es muy rica en el cultivo de diversos productos agrícolas como lo es la oca (*Oxalis tuberosa*), éste es un tubérculo que se lo puede consumir cocido y de la que se puede extraer harina. La oca tiene múltiples beneficios para la salud del hombre porque es un antiséptico urinario y diurético, que ayuda a la disminución de enfermedades cardiovasculares, al fortalecimiento del sistema inmunológico y del aparato reproductor, su utilidad la hace de gran importancia en la medicina ancestral, por estos y muchos más beneficios se desea usar el almidón de la oca para la obtención de una biobolsa.

Toda esta contaminación producida por empaques de Té en el que no solo se elimina la bolsa en sí, se desecha el hilo, la etiqueta, la bolsa de papel y la caja de cartón que la contiene, por eso se busca nuevas alternativas al consumo de muchos productos para evitar la eliminación de desechos plásticos que no son degradables.

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. General

- Obtener una biobolsa a base de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) para té verde (*Camellia sinensis*) soluble.

1.3.2. Específicos

- Obtener el almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) por el método experimental de triturado, tamizado, decantado, lavado, secado.
- Caracterizar el almidón de Oca (*Oxalis tuberosa*) por medio de métodos físicos, químicos y mecánicos.
- Formular el porcentaje de almidón de oca y aceite de girasol que se va a usar para la biobolsa o biopapel.
- Validar la biobolsa o biopapel para el té que permita conocer su funcionalidad, resistencia y la dulzura que puede llegar a tener.

1.4. MARCO METOLÓGICO

1.4.1. Antecedentes de la investigación

La acumulación de los distintos residuos no degradables ha dado lugar a que se busquen nuevas alternativas al tratamiento de los desechos plásticos, o nuevos productos que ayude de alguna manera a disminuir la producción de artículos de un solo uso.

Todos los desechos que se encuentran a nivel mundial se conforman principalmente por productos que son de un solo uso, esto se debe a que se elabora, se usa y se desecha, lo que produce que se acumulen cada vez más productos desechables que se degradan en centenares de años. Per cápita durante el año 2017 en las zonas de los mares, costas de Europa y Norte América se consumieron 90 botellas en Estados Unidos y en España 75 botellas plásticas, las tazas plásticas que se usan para café o Té son 31 en Estados Unidos y 32 en España. Estos países son un claro ejemplo del consumo de productos de un solo uso y así podemos seguir enumerando más elementos que son desechados.

(Plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea, 2019) en su estudio realizado en Canadá, mencionan que los plásticos se han propagado por todas partes de manera que se los ingiere hasta en el agua que se consume a diario, al beber agua de una botella plástica se llega a ingerir 90 000 microplásticos y al tomar un vaso de agua del grifo se ingiere 4 000 microplásticos, se estima que se puede ingerir 74 000 y 121 000 partículas de plástico, dependiendo de la edad y sexo.

El té es uno de los productos más consumidos en el mundo, ocupando el segundo lugar de consumo, su importancia se debe a la presencia en altas cantidades de catequinas, polifenoles y otros compuestos que son antioxidantes que al actuar como atraedores de oxígeno protege a la estructura nucleica y muchos más beneficios que se obstruyen por los empaques que los contienen (Velásquez y Velezmoro, 2018 p. 35).

El té es un producto de un solo uso empacado en una bolsa de papel filtro, por lo cual, se desecha al ser usado por una única vez, este producto se compone principalmente por papel y plástico, donde del 20 al 30 % es plástico, y del 70 al 80 % es papel (Hernandez et al., 2019 p. 3).

Según Hernández (2019) la bolsa de té en infusión de agua caliente en la que la temperatura del agua llega a 95°C en un tiempo de 5 minutos, sin ningún elemento dentro, puede generar 11 600 millones de microplásticos y 3 100 nanoplasticos solo en un vaso, los plásticos identificados son

nailon y tereftalato de polietileno esto se identificó mediante espectroscopia de infrarrojo (FTIR), fotoelectrones de rayos X (XPS) e infrarroja por transformada de Fourier (FTIR).

Las infusiones de té generan compuestos hidrocarburos aromáticos como el benzo (a) pireno, benzo (b) antraceno, benzo (b) fluoranteno y criseno, lo cual se afirma tras encontrarlos en bolsas de té negro, verde, rojo y blanco (Zachara et al., 2017). La detección de estos compuestos es difícil por la presencia de compuestos como la cafeína, polifenoles azúcares y otros, por lo cual se detectó mediante pruebas más específicas como la extracción y la purificación de las muestras. Para que los HAP (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos) se puedan detectar con mayor facilidad se debe usar la proporción de 10:50 (10 gramos de té a 50 ml de agua). Los HAP se encuentran en menor cantidad en el té blanco mientras que la proporción más alta es en el té negro.

Un estudio realizado por Pumayauli encontró que las bolsas de té generaban metales como Arsénico, Manganeso y Plomo, los mismos que son absorbidos al momento de ser consumidos en las infusiones que se elaboran, pero estos no se encuentran en altos porcentajes como para afectar al ser humano (Pumayauli, 2017 p. 13).

Las infusiones de té han permitido aliviar muchos dolores, por este motivo es importante reducir el uso de estas bolsas que causan daño a la salud y contamina el medio ambiente, motivo por el cual, se ha planteado como una alternativa a estas bolsas filtrantes el elaborar una bolsa biodegradable que no deseché contaminantes al ambiente, sin perder el beneficio del té y del producto del cual se elabora, la biobolsa o biopapel.

A nivel mundial se busca alternativas a materiales que contaminan el ambiente es por eso, que mediante la obtención del almidón se crea biobolsa o biopapel que se desintegra al poco tiempo de desechada, pero que sea resistente para contener un líquido o un elemento. La tierra necesita protección por eso se ha tratado de encontrar nuevas alternativas en reemplazo a los plásticos.

Se están generando más productos biodegradables, una materia utilizada con este fin es el almidón, el cual puede provenir de raíces, tubérculos, frutas o también semillas de plantas (Carrión, 2018), como por ejemplo el almidón de papa, oca, plátano, maíz, rechazo de plátano, entre otros. La oca es un producto de alta disponibilidad en la provincia de Chimborazo que presenta un precio económico, tiene un alto contenido nutricional, físico y químico, este tubérculo tiene 13.08% de fibra, que disminuye un 75% del ácido oxálico de la cáscara cuando se encuentra sometida al sol (Villacrés et al., 2013). Este producto contiene azúcar natural, y tiene muchos beneficios para el cuerpo humano como el disminuir las enfermedades cardiovasculares y del tracto digestivo. Al

extraer el almidón de la oca por medio de procesos mecánicos, éste se puede mezclar con agua y otros componentes, formando un biopapel que pueda disolverse en el agua, con compuestos benéficos que puedan ser asimilados por medio de las infusiones de té.

Con fundamento en los diversos estudios se llegó a la conclusión que:

- Los plásticos se encuentran en todos los productos que consumimos a diario incluso en el agua que va por las tuberías.
- La oca es un producto heredado de los antepasados, de bajo costo económico y de fácil adquisición. Al pasar 12 días incrementa el azúcar en un 68%, la materia seca en un 22,75% y tiene una pérdida de peso del 15,14%, el almidón que se produce de la oca está lleno de nutrientes y de fácil elaboración que va a ayudar a la disminución de producción de plásticos y papel. Cada vez es más económico elaborar productos que son orgánicos y que ayudan al medio ambiente.

1.4.2. Tubérculos Andinos

Los tubérculos son parte de la dieta de la población andina desde hace ya tiempos ancestrales, los cuales son considerados alimentos de alto contenido nutricional que antiguamente se usaban en rituales dentro de la cultura Puruhá-Inca.



Ilustración 1-1: Tubérculos Andinos.

Fuente: Wellness, Magazine. 2019.

Los tubérculos andinos llegaron a tener una gran aceptación en las comunidades precolombinas por su facilidad de adaptación a los medios ambientales desfavorables que existían en ciertas zonas pobladas, por lo que han tomado nombres de las zonas a las que pertenecen.

En la época prehispánica cambió el uso de los productos y los sembríos ya que ellos tenían una dieta rica en trigo, cebada y hortalizas disminuyendo el consumo de los tubérculos andinos desde hace muchos años (Prado, 2016).

Estos tubérculos ya no tienen la importancia de consumo que se le daba en la antigüedad, en la actualidad se le quiere regresar su valor redescubriendo sus beneficios en el ámbito alimenticio, salud, ambiental y para cubrir diferentes necesidades (Sáenz, 2019). Por lo tanto, resulta un poco contradictorio que siendo zonas tan ricas en productos agrícolas como los tubérculos los desperdicien. Los tubérculos andinos tienen características químicas, físicas y es una gran alternativa a los cultivos de alta montaña (Clavijo y Pérez, 2014), quiere decir que se desarrollan en ambientes de fríos. Existen cultivos importantes de tubérculos como lo son la papa, la oca, el yacón, el olluco y el isaño.

Pazmiño (2014), manifiesta que el yacón es cultivado en Colombia, es un tubérculo con beneficios alimenticios muy importantes, este producto es rico en inulina y fructooligosacárido (FOS) que es útil para personas diabéticas y en dietas que son hipocalóricas.

La mashua o isaño y la oca se encuentran en Perú y Ecuador estos productos son consumidos desde hace más de 7 500 años son ricos en múltiples compuestos como proteínas, almidón, azúcares naturales y demás (Gualoto, 2021 p. 9).

Lamentablemente, en el Ecuador se practica el monocultivo, ya que se usan los agroquímicos y plaguicidas, lo cual no permite que la tierra se nutra, sino que se contamine llenándose los productos de químicos, lo que da lugar a que cada vez sea más difícil tener una producción libre de contaminación.

La provincia de Chimborazo se encuentra llena de cultura y creencias tan ricas que permiten saber sobre los usos y beneficios de los tubérculos, y la facilidad de cultivo que se llega a tener en estas zonas, la oca es un producto económico y que se puede cosechar después de haber cosechado las papas.

La oca se ha desvalorizado, relacionando su consumo con pobladores andinos de bajos recursos, otorgándole de esta forma un estigma de estatus gastronómico pobre, quitándole el valor nutricional que tiene, y disminuyendo su consumo de generación en generación (Moya, 2017 p. 5).

1.4.3. La oca

La oca fue descrita por primera vez por el jesuita Giovanni Ignacio Molina (Barrera et al., 2004). La palabra “OKKA” se encuentra en el diccionario quechua describiéndola como una planta comestible productora de tubérculo dulce, su nombre científico es *Oxalis tuberosa*, es cultivada en las regiones andinas, es un tubérculo prehispánico que se usaba en rituales religiosos de los Puruhás-Incas ya que, se encontró restos botánicos dentro de vasijas que eran ofrendas para los dioses adorados (Yenque et al., 2007).



Ilustración 2-1: La Oca.

Fuente: Ardiles Miriam, 2018.

Antiguamente este producto se consumía crudo después de haber sido soleadas por tiempos cortos, se las cocía, se las fermentaba para bebidas alcohólicas y se deshidrataban para la obtención de harina y preparación de diversos productos alimenticios.

1.4.3.1. Origen

La oca es originaria de la zona andina de Suramérica, especialmente de los países de Ecuador, Perú y Bolivia, el consumo de este tubérculo llegó después a México y posteriormente a Nueva Zelanda donde se realizan investigaciones fitogenéticas a este tubérculo (Arboleda, 2013 p. 34).

En Ecuador es cultivado en las provincias de Chimborazo, Imbabura, Cañar, Tungurahua y Cotopaxi (Amores, 2016 p. 23). Este es un producto que se cultiva en pequeñas parcelas que se las puede asociar con las papas, mashua y el olluco, de hecho, es parte fundamental de la dieta de los agricultores.

Es el segundo tubérculo más cultivado en estas zonas, durante el III censo agropecuario se produjo un total de 2 799 toneladas de oca, lo que denota que la producción de oca cada vez disminuye por la ocupación de los terrenos con otros cultivos como, la zanahoria, papa o melloco (INEC, 2021).

1.4.3.2. Distribución geográfica

La oca se cultiva en toda la región andina, se produce en climas fríos (Tapia y Fries, 2007). Este producto para ser cultivado se debe encontrar a una altura de 2 800 y 4 000 metros sobre el nivel

del mar, en lugares con fríos moderados sin heladas, ya que éstas afectarían a su desarrollo (Ruiz et al., 2013). Cuando se cultiva la papa, generalmente después se coloca a la oca o a cualquier otro producto como la mashua o melloco, ya que los nutrientes y químicos que se colocan en la tierra ayudan a su producción. Sin embargo, una de las desventajas referentes a la producción de oca es el desconocimiento de las enfermedades que pueden suscitar como, el gorgojo.

En Ecuador, se estima que se usa para la producción de este tubérculo un aproximado de 6 000 Hectáreas de las cuales 800 hectáreas son cultivadas en Tungurahua (Donoso y Villegas, 2018).

Existen 120 tipos de ocas que se dividen en 3 grupos dependiendo las características que tengan, dividiéndolas en la oca blanca, roja y la gorda (Valdivia et al., 1999), de esta clasificación encontramos las ocas chaucas que tienen un mayor tamaño, rosadas, rojas, blancas, amarillas, leonas, y cañarejas son amarillas, gruesas y son las más rendidoras. El tiempo de producción de cada tipo varía de entre 5 a 6 meses (Romero et al., 2017).

1.4.3.3. Morfología de la Oca

Es una planta que llega a media 1 metro de altura, es dicotiledónea, es de tallo erecto y el color de los tallos puede variar desde verde hasta púrpura grisáceo (Villacrés et al., 2013).

- Tallo

El tallo de las ocas es de forma cilíndrica llegan a mediar 1 metro de altura, son muy abundantes y brotan de la base, de donde nacen múltiples estolones con engrosamientos al final que son los tubérculos, llegan a poseer entrenudos cortos y delgados. Los tallos tienen diferente color, desde verde a púrpura grisáceos (Paucar, 2019 p. 45).



Ilustración 3-1: Tallo de la Oca.

Fuente: Ardiles Miriam, 2018.

- Hojas

Sus hojas son alternas, trifoliadas, pinnadas o palmaticompuestas y al igual que el tallo son pubescentes. Tienen peciolo largo y acanalado, los filiolos son obcordiformes de 1 a 4 cm de largo con color verde en el haz, y verde o púrpura en el revés (Bernabé y Cancho, 2017 p. 8).



Ilustración 4-1: Hojas de la oca.

Fuente: Ardiles Miriam, 2018.

- Flores

Suelen encontrarse de 4 a 5 flores que son hermafroditas dispuestas sobre péndulos largos de 10 a 15 cm que aparecen en las axilas de las hojas superiores, el cáliz posee 5 sépalos, la corola posee 5 pétalos que pueden ser amarillos o amarillo anaranjado, y dentro en el gineceo presenta un ovario pentacarpelar con carpelos separados, y 5 estilos libre (Villacrés et al., 2013).



Ilustración 5-1: Flores de la Oca.
Fuente: Ardiles Miriam, 2018.

- Tubérculos

Pueden agruparse en ovoides, cilíndricos y claviformes, y sus colores pueden ser blancos, cremas, amarillo, anaranjados, rojizos, violetas oscuros, y también morados (Barrera et al., 2014).



Ilustración 6-1: La Oca.
Fuente: Chacra, Huasi. 2018.

1.4.3.4. Tipos de ocas

Dentro del Ecuador, los ecotipos de ocas han sido determinados por medio del color y la textura, por lo que encontramos:

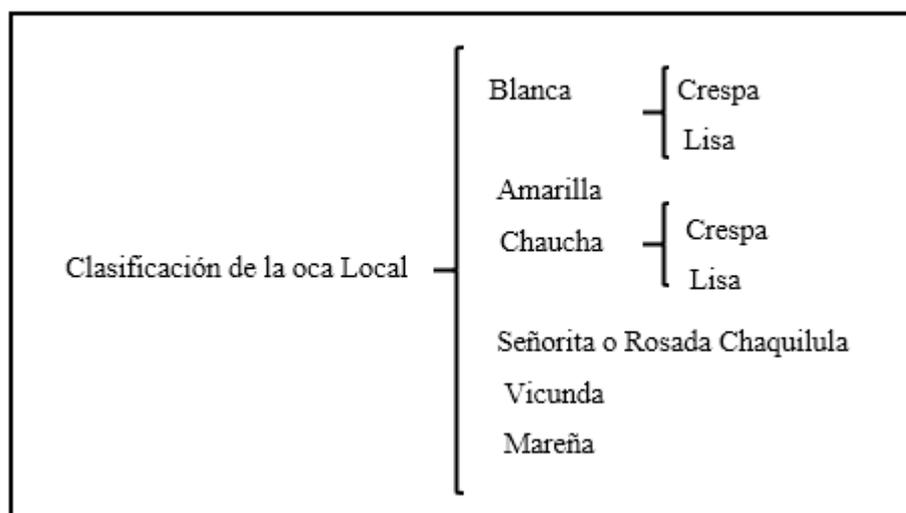


Ilustración 7-1: Producción de los Tubérculos Andinos.

Fuente: Raíces y Tubérculos Andinos Cultivados Marginados en el Ecuador.

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica. 2023.

1.4.3.5. Oca Blanca

La oca blanca se cultiva a una altura de 2 800 a 2 900 metros sobre el nivel del mar presenta un mayor tiempo de conservación, y menor tiempo de cocción y producción (Barrera y Pérez, 2014).

1.4.3.6. Oca Chaucha

La oca chaucha es amarilla- crema que llega a tener pequeñas manchas de color rosa sobre los ojos, este tipo de oca es delicada y requiere más recursos para su producción, es más dulce, es mejor para combinar culinariamente (Espinosa et al., 1996).

Estos tipos de ocas son las más vendidas y se encuentran en casi todos los mercados. La oca amarilla, chaquilula, ojos morados, crespa, majua se cultivan, pero no en alto grado se usa por su valor nutricional y también medicinal (Suárez y Saldaña, 2013). Se conoce que:

Tabla 3-1: Taxonomía de la oca.

Nombre Científico	<i>Oxalis tuberosa</i>
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Geraniales
Familia	Oxalidaceae
Genero	Oxalis
Especie	Oxalis Tuberosa

Fuente: Comejo, 2016.

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica. 2023.

1.4.3.7. Nombres comunes de la oca

Este tubérculo tiene nombres diferentes acorde al país al que pertenecen, por lo que encontramos:

Tabla 4-1: Nombres de la OCA en otros Países.

Nombre de la OCA	País
OCA	Ecuador, Bolivia, Perú y Chile
CUBIO O QUIBIA	Venezuela
MACACHIN O MIQUICHIN	Argentina
HUASISAI O IBIA	Colombia
PAPA EXTRANJERA	México
YAM	Nueva Zelanda

Fuente: Barrera et al., 2004.

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica. 2023

1.4.3.8. Calendario Agrofestivo del tubérculo oca

Tabla 3-1: Calendario agro festivo de la Oca.

Elección del suelo	Sectores sobre los 2.800msnm, suelos negros profundos con materia orgánica
Preparación del suelo	Arada Rastrada Drenaje Elaborar surcos Fumigar
Preparación de la semilla	Utilizar tubérculos remanentes de oca disminuye la calidad del producto. Se debe escoger una semilla con peso aproximado de 35 gr, tras preparación con hidróxido de cobre y Dipel
Siembra	Siembra conjunta con mellocos y Mashua Monocultivos Se debe sembrar aproximadamente 25 mil plantas x hectárea
Abono Orgánico	Después de realizar la siembra es necesario poner abono orgánico en el fondo de los surcos
Tape	Este se puede realizar con azadón, con un máximo de 15cm de tierra.
Riegos	Inicial: cada 13 días Después de la flor: cada 9 días
Cosecha	Promedio 7 meses tras la siembra se realiza cavando con menor fuerza para no lastimar el tubérculo.
Después de la cosecha	Clasificación Limpieza Empacado Almacenamiento

Fuente: Moya, 2017

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica. 2023

1.4.3.9. Características ambientales

- La temperatura

La oca puede tolerar temperaturas de frío moderado, pero si son demasiado bajas que producen heladas destruyen el follaje, si la temperatura es por encima de los 28 °C pueden destruir la planta (Gualacata, 2015).

- Tipos de suelo

La oca es indiferente al tipo de suelo y puede tener tolerancia a suelos con acidez de 5,3 a 7,8 (Rodríguez, 2018).

- Precipitaciones

Las lluvias pueden variar de 570^a 2 150 mm que deben ser distribuidas uniformemente a través de crecimiento de la planta (Escalante, 2015).

- Luz

Son cultivos que por lo general necesitan 12 horas de luminosidad y si existe mayor luz en días más largos solo desarrollan su follaje (Basantes, 2015).

1.4.3.10. Propiedades

La oca es un producto muy apreciado, aunque ha tenido disminución en su consumo, cuando se encuentra en estado fresco presenta un ligero sabor agrio por el ácido oxálico, sabor que se pierde al estar expuesta al sol, el cual le otorga un sabor dulce muy agradable (Amores, 2016).

La oca presenta propiedades muy importantes, y de ella se puede generar una buena cantidad de almidón y harina, ya que contiene un 20% de materia seca lo que ayuda a la producción de harina, la cual puede reemplazar en un 25% a la harina de trigo (Calixto y Lazo, 2017). Composición nutricional de la oca fresca y endulzada:

Tabla 4-1: Valor Nutritivo en 100 gramos de porción aprovechable.

Componente	Oca fresca	Oca endulzada
Humedad %	82,4	66,9
Calorías (Kcal)	67,0	128,0
Proteínas (g)	0,7	1,1
Extracto etéreo (g)	0,0	0,1

Carbohidratos totales (g)	16,1	30,8
Fibra (g)	0,5	1,0
Cenizas(g)	0,8	1,1
Calcio (mg)	5	7
Fosforo (mg)	39	64
Hierro (mg)	0,9	1,3
B₁ (mg)	0,07	0,09
Niacina (mg)	0,42	10,3
C(mg)	38,4	33

Fuente: Amores, 2016.

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica. 2023

Se debe destacar que cuando se consume en exceso cualquier alimento se puede sufrir alteraciones en la salud.

1.4.3.11. Maduración de la oca

A medida que la oca va madurando, tiende a endulzarse, al colocarla al sol por tres días toma un sabor dulce, pero llega a su madurez a los 15 días, este tipo de tubérculo es consumido con miel de panela o en coladas (Castañeta et al, 2022).

1.4.4. Polímeros

1.4.4.1. Polímero biodegradable

Los polímeros biodegradables son compuestos capaces de descomponerse en dióxido de carbono, metano, componentes inorgánicos o biomasa, por medio de acciones de microorganismos (Ávila, 2019).

La biodegradación de los compuestos es un proceso natural que se da por acción biológica ya sea de animales, plantas o por microorganismos, que ayudan a cambiar y perder sus propiedades originales. Lo que quiere decir que las moléculas que son complejas se convierten en más simples y estables (García, 2015).

Se pueden degradar por:

- Medios Acuáticos
- Suelo
- Medio marino y por
- Compost

1.4.4.2. Almidón

El almidón es un polisacárido de origen vegetal ya que, es la principal fuente energética de las plantas, mismas que lo toman del CO₂ de la atmosfera y del agua que absorben del suelo y lo transforman en moléculas de glucosa (Cornejo, 2016).

El almidón es un polvo blanco que no tiene sabor que se compone por unos gránulos, dentro del almidón de la oca existen gránulos que son de forma ovoide, irregular y miden de 30,94 micras similares a los de la papa. El almidón es soluble en agua fría, pero si se coloca en agua caliente tiende a tomar una forma en suspensión coloidal. El almidón contribuye a la dieta de las personas con más calorías que cualquier sustancia (Carrión, 2018).

Los gránulos de almidón se forman por capas que se colocan alrededor de una región central que es el núcleo y que soportan un esfuerzo mecánico que son prácticamente insolubles en agua; se conforman por amilosa y amilopectina que forman el 98 al 99 % de peso seco (Agama et al., 2015).

El almidón de la Oca se forma de granos son más o menos elípticos y en ocasiones son de forma triangulares que tienen formas irregulares con vértices redondeados. Tiene gránulos con un tamaño que va de 10 a 50 micras siendo los triangulares los más pequeños dentro del almidón (Surco, 2004).

1.4.4.2.1.1. Componentes del almidón

El almidón se compone principalmente por amilosa en un 30 % y amilopectina en un 70% estos se conforman por unidades de glucosa (Amaya, 2018 p. 6).

1.4.4.2.1.2. Amilosa

La amilosa es un polímero lineal que se forma por cadenas de moléculas de monosacáridos que es la α -glucosa que se une con enlaces α -1,4 glucosídicos, presenta una configuración lineal de 150 y 400 unidades de monosacáridos. En los polímeros de almidón se encuentra de forma cristalina y a temperaturas altas se infla por su alto número de enlaces de hidrogeno que se encuentran en los grupos hidroxilos. El porcentaje de amilosa varía según los alimentos del que sale el almidón, la oca contiene 26 y 29 % de amilosa (Cuevas, 2017).

La amilosa es de forma helicoidal que no se encuentra ramificada la cual es responsable de que adquiera un color azul al reaccionar con el yodo (Mogrovejo, 2019).

1.4.4.2.1.3. Amilopectina

La amilopectina es grande se constituye por muchos anillos, es significativamente más grande que la amilosa ya que tiene de 10 000 y 20 000 unidades de α -glucosa, se diferencia de la amilosa porque es un polímero que tiene ramificaciones cortas, se une por enlaces α -1,6 glucosídicos. El porcentaje de amilopectina en el almidón de oca es del 71%. La amilopectina no se disuelve en agua caliente (Ruiz, 2006).

1.4.4.2.1.4. Propiedades funcionales del almidón

El almidón que se va a usar debe tener características que deben ser funcionales que son: la solubilidad, capacidad de retención de agua, poder de hinchamiento, propiedad de retrogradación, propiedades de la mezcla o pasta, digestibilidad enzimática y capacidad de emulsificación.

1.4.5. Papel Orgánico

El papel orgánico inicialmente se elaboraba de almidón de arroz o papa con agua, este era un alimento que se consume por su bajo costo y facilidad de producirlo en tiempos de escases y guerra por falta de alimentos y dinero.

En Japón se lo conoce como “Obulato” se usa como envoltorio de medicamentos ya que los vendían en forma de polvo o de hiervas se elabora con almidón de arroz o de papa. En Au Lac en Vietnam al final del siglo XVIII por el emperador Quang Trung que lo usó para provisionar a sus tropas, ya después de algún tiempo se usó para la preparación de diferentes platos, también se lo conoce como “Bánh Tráng” (Sisa, 2014).

Muy pocos años atrás se lo empezó a usar en España en la alta cocina como envoltorio para alimentos por ser una capa muy fina que cubre y no tiene sabor, lo que quiere decir, que no se pierde el sabor inicial del alimento (Barros, 2009).

1.4.6. Aceite de girasol

El aceite girasol es un tipo de aceite vegetal alto en ácidos grasos insaturados, este es el 80% de aceite producido en España y el 10% de la producción mundial. Su composición son los triacilglicerol, esteres de glicerol, y moléculas de ácidos grasos. Tiene el 98% de su peso cuando está crudo, sus propiedades físico-químicas son determinadas por su composición de ácidos grasos y la distribución de las moléculas de glicerol (García, 2019).

El rendimiento industrial de la semilla depende de varios factores, que de 1 tonelada de semillas con 50% de materia grasa se obtiene alrededor de 420 Kg de aceite (Guerrero, 2016).

Existen tres tipos de aceite de girasol, que son:

- Tradicional
- Medio Oleico
- Alto Oleico

1.4.6.1. Ácidos Grasos

El aceite de girasol tiene en su composición ácidos grasos como:

- Ácidos grasos poliinsaturados como:
 - Ácido linoleico (Omega 6)
 - Ácido linolénico (Omega 3)
- Ácidos grasos monoinsaturados
- Ácidos grasos poliinsaturados (García, 2019)

1.4.7. Gelatinización

La gelatinización es un proceso térmico de acción irreversible, lo que quiere decir que el almidón al absorber agua caliente se vuelve viscoso y al enfriarse se convierte en gel. Las moléculas de almidón al encontrarse a temperaturas mayores a 60 ° C se inflan perdiendo su forma y convirtiéndose en gelatina (Carrión, 2018).

1.4.8. Té

El té es una bebida muy popular tal es el caso que, es el segundo producto más consumido a nivel mundial, se conoce que su expansión se dio desde China hasta los otros países alcanzando su comercio hasta el Himalaya-Japón, la India para su posterior llegada a Europa y demás lugares del continente.

Son hojas de un arbusto que se dan con mayor frecuencia en zonas tropicales o subtropicales por lo que se presume que se lleva cultivando desde hace más de dos mil años en China, al té se lo conoce por sus propiedades medicinales.

Es un arbusto que recibe el nombre de *Camellia sinensis*, se le conoce como té verde porque al momento de ser usado el agua donde se prepara se torna de color verde, lo cual puede deberse al tipo de tratamiento que se le dé ya sea por el secado que se produce. Por lo general, esta bebida se elabora con hojas verdes del arbusto o preferiblemente con brotes que se empiezan a observar en la planta que no se encuentren oxidadas o fermentadas (Arosena y Chavez, 2018).

1.4.8.1. Concepto

El té es una infusión que se produce cuando se coloca hojas o algunos brotes de *Camellia sinensis* (té verde) que hace una bebida refrescante, con un sabor que es ligeramente amargo y seco (astringente). Actualmente el té se prepara con cualquier tipo de hoja o brote que se encuentre (Rojas, 2007).

2.2.1.3. Productores de Té

Los principales productores de té en el mundo son:

- India 28 %
- China 24 %
- Indonesia 6%
- Turquía 5% (Vargas, 2012).

1.4.8.2. Producción

Para la elaboración del té se siguen los siguientes pasos:

- Marchitado
- Enrollamiento
- Oxidación
- Secado
- Empaquetado

Es un procedimiento muy sencillo, las hojas o brotes son sometidos para hacer el té verde (Aguilar y Guzmán, 2015).

1.4.8.3. Beneficios

Este también se usa como extracto, el cual se vende como que fuese un complemento dietético, los beneficios que se atribuye a este arbusto es por contener catequinas polifenólicas que actúan sobre el sistema cardiovascular.

Al té verde en España se lo suele comercializar como medicamento, dentro de una cápsula de 300 mg, que se compone principalmente por hojas que son criomolidas que puede complementar a la dieta. Un estudio realizado por Sanz et al. (2019) dice que no son relevantes los efectos clínicos del té en personas que lo usan para bajar de peso, y que no causan efectos que pueden afectar la salud.

Para enfermedades cardiovasculares, se observó que las catequinas que se encuentran en el té verde redujeron las concentraciones de colesterol LDL (Lipoproteínas de baja densidad), colesterol y también de la presión arterial sistólica (Inga y Montoya, 2020) pero aumentaron los triglicéridos estos resultados no son relevantes clínicamente, pero si estadísticamente. En verrugas genitales también se usó como medicamento tópico al 10 y 15 % sin catequinas y se observó que eran efectivas y bien toleradas (Aranda et al., 2016).

1.4.8.4. Riesgos

El té verde, así como ha demostrado tener muchos beneficios puede llegar a tener algunas contraindicaciones como las veremos a continuación:

- Si se llega a beber más de 5 vasos al día puede producir dolor de cabeza, trastornos del sueño, irritabilidad, nerviosismo, diarrea, entre otros.
- No se debe mezclar el té verde con medicamentos, alcohol o drogas ya que, dentro de su composición hay cafeína que puede llegar a producir aceleración del sistema nervioso.
- Está contraindicado en enfermedades como:
 - Ansiedad
 - Glaucoma
 - Problemas cardiovasculares
 - Enfermedad de hígado
 - Anemia
 - Sangrados
 - Entre otros.

- Es contraindicado en el embarazo, dos vasos de té al día pueden producir abortos involuntarios y otros efectos negativos (Aguilar y Guzmán, 2015).

CAPÍTULO II

2. Metodología

2.1. Hipótesis y especificaciones de variables

2.1.1. Hipótesis General

El biopapel obtenidos del almidón de Oca (*Oxalis tuberosa*) se puede usar para la elaboración de una biobolsa o biopapel como contenedor del té verde (*Camellia sinensis*) soluble.

2.1.2. Hipótesis Específicas

H1: Es viable obtener la cantidad adecuada de almidón de Oca para la obtención de un biobolsa o biopapel.

H2: Es viable obtener una biobolsa de almidón de oca con características adecuadas que pueda disolverse dentro del agua caliente para ser consumidas.

H3: Encontrar el método adecuado para determinar las cantidades necesarias de los reactivos para la obtención de las biopelículas.

H4: Es viable la biobolsa o biopapel fabricada a base de almidón de Oca para el Té sin que se dañe antes de consumirse.

2.2. Identificación de Variables

Variables dependientes e independientes para la obtención del almidón y de la biopelícula o biopapel.

Tabla 1-2: Variables dependientes e independientes la obtención de almidón y de la biopelícula o biopapel.

Almidón	
Variables Dependientes	Variables Independientes
Obtención del Almidón	Revoluciones por minuto
	Tiempo de trituración
Biopelícula o biopapel	
Variables dependientes	Variables independientes
Obtención de la biopelícula	Porcentaje de agua
	Porcentaje de plastificantes (aceite de girasol)

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica. 2023

Operaciones de Variables

Tabla 2-2: Operacionalización de variables para la extracción de almidón.

VARIABLES	Tipo de Variables	Definición operacional	Categorización	Indicadores	Instrumentos de medida
Almidón	Dependiente	Obtención de almidón.	-	Indicación físico-químico y microbiológico	Análisis Proximal
Tiempo de trituración	Independiente	Es una magnitud física que mide la trituración, desintegración física para la obtención del almidón	Extracción del almidón.	Segundos (s)	Cronómetro
Revoluciones minuto	Independiente	Número de giros que se produce en una unidad de tiempo dentro del triturado.	Desintegración de la Oca	Velocidades de la licuadora alta o baja.	Cualidades de la licuadora.

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica. 2023.

Tabla 3-2: Operacionalización de variables para la obtención del biopapel o biobolsa.

VARIABLES	Tipo de Variables	Definición operacional	Categorización	Indicadores	Instrumentos de medida
Formulación de biobolsa o biopapel	Dependiente	Elaboración de un producto por medio de la formulación de la materia prima y aditivos.	Porcentaje de la formulación.	-	Pruebas físicas-mecánicas
Porcentaje de agua	Independiente	Es una magnitud física que mide la trituración, desintegración física para la obtención del almidón	Es un volumen que depende de la cantidad de soluto que se debe disolver.	Volumen(mL)	Probeta
Porcentaje de plastificante	Independiente	Control de glicerina que se va a usar para poder moldear la mezcla.	-	Volumen(mL)	Probeta

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica. 2023.

Variables Dependientes

- Biodegradabilidad
- Resistencia

- Espesor
- Permeabilidad
- Humedad
- Elasticidad

VARIABLES INDEPENDIENTES

- Temperatura
- Concentración
- Combinación de Aditivos (almidón, glicerina)

2.3. Operacionalización de Variables

Tabla 4-2: Operaciones de Variables.

VARIABLES	CONCEPTO	INDICADOR	RANGO	INSTRUMENTO
VARIABLES INDEPENDIENTES				
Temperatura	Temperatura de extracción de almidón de oca	Grados Celsius (° C)	Cerca de los 100 °C	Termómetro
Tiempo	Tiempo de extracción del almidón de oca. Tiempo de elaboración de la biobolsa o biopapel.	Horas (h)	23-24	Cronómetro
Combinación de aditivos (almidón, glicerina)	Se refiere a la comparación entre porcentajes de almidón, glicerina para determinar la combinación exacta y tener lo mejores resultados	% de Almidón % de Glicerina	43x33 cm	Bandeja
VARIABLES DEPENDIENTES				
Elasticidad	Permite conocer que tanto se puede deformar y recuperar su forma inicial si esta fuerza externa se elimina.		Mm	
Biodegradabilidad	Es el proceso natural de un material para degradarse y hacer que las moléculas se vuelvan simples y estables.		S, min, Días	Cronómetro
Permeabilidad	Es la capacidad que tiene un cuerpo de permitir que pase un fluido por el esto		MPa ⁻¹	

	puede suceder a lo largo o ancho.			
Humedad	Es el vapor de agua, o el agua que impregna un cuerpo o que está presente en la atmósfera el cual, por condensación forma las nubes.		%	Estufa

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica. 2023.

2.4. Matriz de Consistencia

Es una síntesis (matriz) de lo que hasta este punto se ha llegado en la investigación, debe tener las siguientes columnas, para los aspectos generales: problema general, objetivo general e hipótesis general; para los aspectos específicos: problemas específicos, objetivos específicos, hipótesis específicas, variables de las hipótesis específicas y técnicas de recolección de datos para cada una de las variables.

Tabla 5-2: Matriz de Consistencia.

Tema: “Obtención De Una Biobolsa a base De Almidón De Oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) para té verde (<i>Camellia sinensis</i>) Soluble”				
Problema General		Objetivo general	Hipótesis General	
¿Se podrá obtener una biobolsa o biopapel que pueda contener al té sin derramarlo y que pueda endulzarlo al desintegrarse la bolsa?		Obtener una biobolsa a base de almidón de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) para té verde (<i>Camellia sinensis</i>) soluble.	El biopapel obtenidos del almidón de Oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) se puede usar para la elaboración de una biobolsa o biopapel como contenedor del té verde (<i>Camellia sinensis</i>) soluble.	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variables	Técnicas
¿Se logrará obtener un almidón de Oca adecuado mediante el método húmedo con las diferentes técnicas usadas?	Obtener el almidón de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) por el método experimental humedo de triturado, tamizado, decantado, lavado, secado.	H1: Es viable obtener la cantidad adecuada de almidón de Oca para la obtención de un biopapel.	Variables dependientes -Obtener el almidón de oca. -Obtener el biopapel o biopelícula.	Extracción del almidón de Oca por vía Humeda.
¿Se logrará obtener una biobolsa de almidón con los métodos usados?	Caracterizar la biobolsa de almidón de Oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) por medio de métodos físicos, químicos y mecánicos.	H2: Es viable obtener una biobolsa de almidón de oca con características adecuadas que pueda disolverse dentro del agua		

		caliente para ser consumidas.		
¿Como se logrará obtener las cantidades necesarias para que se pueda obtener una buena biobolsa o biopapel?	Formular el porcentaje de almidón de oca y glicerina de girasol que se va a usar para la biobolsa.	H3: Encontrar el método adecuado para determinar las cantidades necesarias de los reactivos para la obtención de las biopelículas.	Variables independientes -Tiempo adecuado de triturado -Revoluciones por minuto -Porcentaje de agua -Porcentaje de glicerina.	-Cálculo del rendimiento. -Formulación de los aditivos y obtención de almidón.
	Validar la biobolsa o biopapel para el té que permita conocer su funcionalidad, resistencia y la dulzura que puede llegar a tener.	H4: Es viable la biobolsa o biopapel fabricada a base de almidón de Oca para el té sin que se dañe antes de consumirse.		

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica 2021.

2.5. Tipo y Diseño de la Investigación

2.5.1. Tipo de investigación

Según el objetivo de investigación:

Este tipo de investigación es aplicada puesto que se recopilan datos en base a la experimentación que se realiza y los datos que se ha logrado obtener de otras investigaciones llegando a un conocimiento que es práctico, como la extracción y la obtención de almidón y la biobolsa o biopapel.

Según el nivel de profundización:

Se toma como un tipo de investigación exploratoria ya que no existe todavía mucha información acerca de la elaboración y obtención de biopapel o biobolsa a partir del almidón de Oca (*Oxalis tuberosa*) para ser consumido como bolsa de té.

Según la manipulación de variables:

Este tipo de investigación es experimental ya que presenta variables dependientes e independientes que por medio de condiciones controladas se logra la extracción del almidón y la posterior elaboración del biopapel o biobolsa.

Según el tipo de interferencias:

La investigación es inductiva se basa en investigaciones que son similares que nos ayuda a generalizar y nos permite recolectar datos que son reales produciendo así una nueva teoría.

Según el periodo temporal:

Como se realiza en un único periodo de tiempo por medio de propiedades mecánicas que sean óptimas para el almidón de Oca, se la conoce como investigación transversal.

2.6. Unidad de Análisis

El objetivo de esta investigación es la obtención de una biobolsa a partir del almidón de Oca, por lo que se optó por aplicar el diseño factorial 2^k en lo que se desea obtener en 4 tratamientos que cada uno debe tener sus composiciones en las que varía el almidón y el plastificante (glicerina) facilitando de esta manera la elaboración de 4 láminas de plástico biodegradable en cada tratamiento, que tenga las propiedades de resistencia según la Norma INEN 2381:2005 sin alterar el sabor de la infusión que se va a realizar, para después realizar pruebas de biodegradabilidad por medio físicos en base a investigaciones.

2.7. Población de Estudio

Esta investigación se fundamenta en la utilización de un tipo de Oca la cual es endémica de esta provincia que es cultivada en los pueblos aledaños a la ciudad de Riobamba y comercializado dentro de distintos mercados de la nuestra ciudad como la Merced, el Mercado Mayorista de Riobamba y San Alfonso, para la extracción del almidón, se va a seleccionar la materia prima con mejores características físicas sin daños superficiales, libre de manchas que no se encuentren en estado de descomposición.

2.8. Tamaño de la Muestra

Dentro de la presente investigación el tamaño de la muestra es de 15 096 g de oca que cubrirá las necesidades de la extracción del almidón de oca y el mejor tratamiento a usar.

2.9. Selección de la Muestra

Al seleccionar la muestra para realizar el experimento hay que tener muy en cuenta que debe tener características como:

- Buen color
- Sin daños en su corteza
- Un color uniforme
- Que no se encuentre muy madura

Se debe realizar una limpieza previa a la extracción del almidón donde se elimina todo lo que no se encuentra en buen estado para que no contamine al resto de producto y separarlos en montones de 200 gr para la extracción del almidón.

2.10. Diseño de la investigación

El método Factorial 2^k esta es una técnica estadística que nos permite planificar con eficiencia un número mínimo de repeticiones que tenga una significancia para obtener buenos resultados.

De manera que este método se elabora de la siguiente manera el 2 va a representar el tiempo y las revoluciones de la licuadora o triturador empleados y la K representa el número de veces que se va a repetir el experimento, esto nos da un número total de 24 experimentos con 6 tratamientos, lo que permite conocer las formulaciones con mayor eficiencia para la obtención de una buena materia prima.

Con el siguiente cuadro se explica la aplicación del método factorial para la extracción del almidón de Oca.

Tabla 6-2: Variables y tratamientos para la extracción del Almidón.

TRATAMIENTOS	FACTORES		VALOR DE LOS NIVELES
	TRATAMIENTOS	VARIABLES	
1	6 800	120	Rpm 6 800-120s
2	6 800	180	Rpm 6 800-180s
3	6 800	240	Rpm 6 800-240s
4	20 000	120	Rpm 20 000-120s
5	20 000	180	Rpm 20 000-180s
6	20 000	240	Rpm 20 000-240s

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

2.10.1. Técnica para la caracterización del Almidón de Oca

Para la extracción del almidón de oca se usó el método húmedo que se encuentra detallado en el siguiente cuadro

Tabla 7-2: Técnica de Extracción de almidón de Oca tierna y madura.

Materiales	Sustancias	Procedimiento	Método de Ensayo
<ul style="list-style-type: none"> • Licuadora • Rallador • Cuchillo • Balanza digital y Analítica • Espátula • Cronómetro • Recipientes de plásticos • Tela • Filtrante o Colador • Papel Aluminio • Guantes de Aislamiento • Fundas Ziploc • Mortero 	<ul style="list-style-type: none"> • Oca • Agua destilada 	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción de los Tubérculos: las raíces se deben obtener dentro de las 24-48 horas para evitar su deterioro fisiológico y/o microbiano. Un factor importante en la producción de almidón de alta calidad es que todo el proceso desde la cosecha de las raíces hasta el secado del almidón sea ejecutado en el tiempo más corto. • Lavado de los tubérculos: se debe eliminar la tierra y las impurezas adheridas a las raíces la cascarilla se va desprendiendo por la fricción que existe entre ellas durante el lavado, por lo menos se va perdiendo un promedio del 2 al 3 por ciento del peso de las raíces si se encuentran frescas. Lo recomendable es evitar que se pierda la cascara ya que esta contiene almidón que es necesario. • Rallado o desintegración: dentro de esta etapa se van liberando los gránulos de almidón que contienen las células de las raíces de oca, esta etapa de proceso es muy importante ya que de este paso depende el rendimiento total del almidón y también de los pasos previos de lavado, pelado, rallado y desintegrado, colado o extracción por sedimentación o deshidratación. • Licuada: este paso consiste en aumentar la superficie licuando por un tiempo determinado con un volumen determinado de agua, todo este proceso se debe dar con el pesado y medido de todos los componentes que se van a usar. • Filtración: dentro de esta etapa se separa al almidón de la celulosa por medio del uso de un equipo filtrante adecuado, separando el sobrenadante del residuo generado. • Colado o extracción: se debe separar la pulpa de la lechada de almidón, con mucho cuidado evitando la pérdida de partículas de almidón y para evitar esto se puede usar un recolado con un colador que pueda retener estas partículas. • Sedimentación o deshidratación: se debe someter al proceso de sedimentación o centrifugación a los granulo de almidón para poder extraer la mayoría de líquido del almidón. También se puede usar el secado como método de eliminación del líquido del almidón ya sea por medio de luz solar o artificial de esta manera se podría extraer hasta un 12 o 13 % de humedad del almidón. • Secado: para eliminar más humedad del almidón es recomendable dejar reposar por lo menos de 3 a 6 horas a temperatura ambiente. • Molido: como después de haber sido secado llegan a aglutinarse las partículas es muy importante moler el almidón para separarlas, mismas que deben tener una granulometría con una luz de malla de 38 micrones o con el uso de un molino. • Pesado: se debe pesar para conocer el rendimiento de que se logró obtener de la oca. • Envasado: es ideal usar fundas ziploc que evitan el ingreso de humedad al almidón de oca, y se la llena a temperatura ambiente y de manera manual. 	<p>(Carrión,2018, pp. 50-52)</p>

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica.

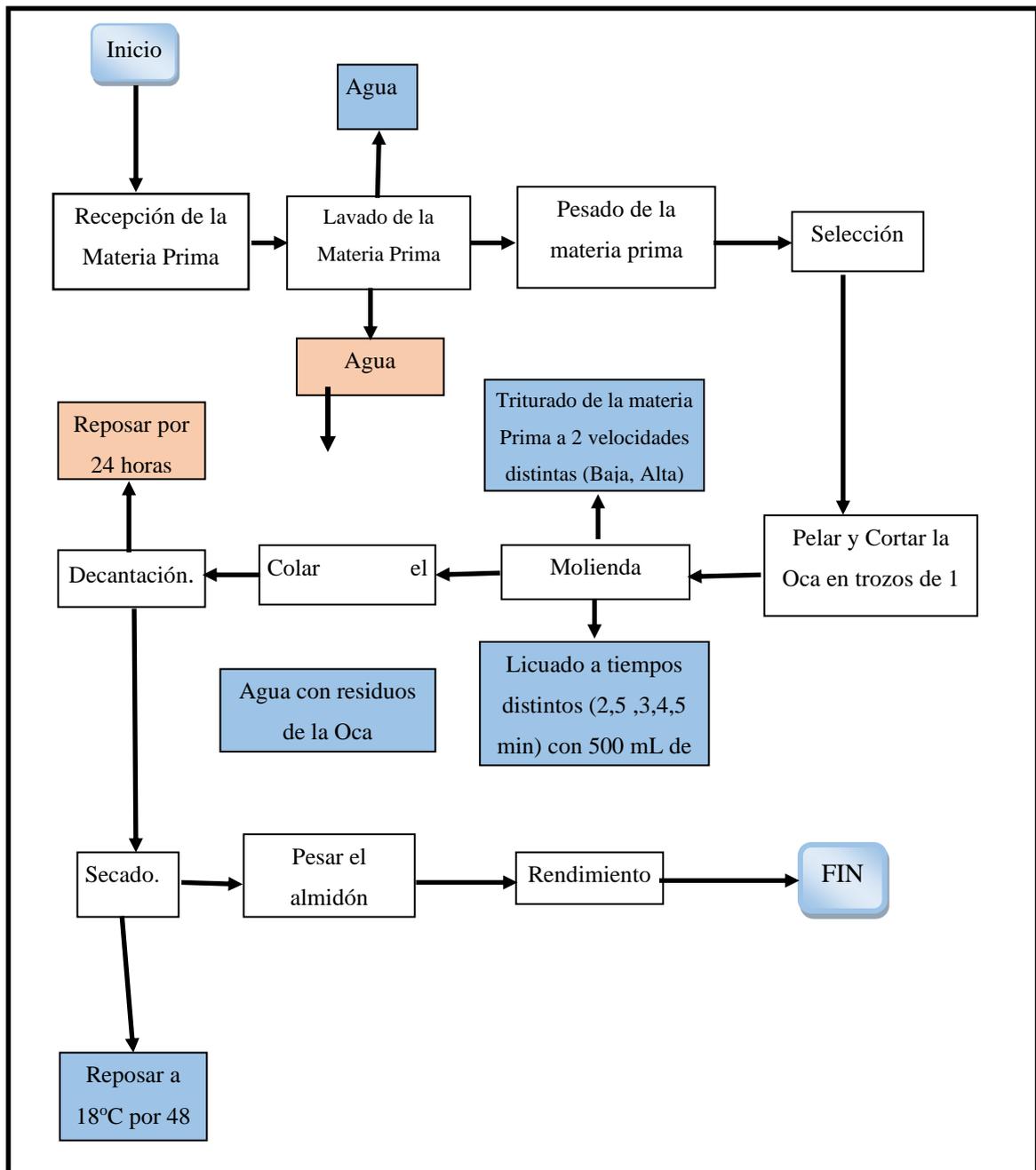


Ilustración 8-2: Diagrama de Flujo de Extracción de Almidón de Oca.

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica 2022.

Los ensayos a realizar en el almidón de oca son los siguientes:

Tabla 8-2: Técnica de ensayo Físico químicos para el almidón de Oca.

Nº	Ensayos
1	Distribución del tamaño de gránulos
	Materiales y Equipos Balanza analítica Torre de tamices con base y tapa
	Procedimiento Pesar cada tamiz vacíos y limpios. Pesar 100 g de muestra de almidón y transferir al tamiz de la parte superior del grupo de tamices. Agitar los tamices, hasta que la cantidad de almidón que pasa sea significativa (aproximadamente 10 minutos). Remover el tamiz de la parte superior y agitar hasta que la cantidad de almidón a través del siguiente tamiz sea significativa. Continuar de igual forma con los otros tamices hasta que todos sean removidos. Pesar los tamices y el fondo con sus respectivas fracciones de almidón.
	Caculo e interpretación de resultados Ecuación 1-2: Distribución del tamaño de granulo $Peso\ Neto\ Individual = (peso\ tamiz + fraccion\ de\ almidon) - peso\ de\ cada\ tamiz\ vacío$ Ecuación 2-2: Gran total para la distribución del tamaño de granulo $Gran = \sum pesos\ netos\ individuales$
	Valor de referencia El 100% o el 95% debe pasar a través de un tamiz de malla 140(106 µm)
	Método de Ensayo FAO (Aristizábal y Sánchez, 2007)
	2
Materiales y Equipos Medidor de pH Agitador de Laboratorio	
Reactivos Solución de calibración de pH estándar	
Procedimiento Normalizar el medidor de pH a 25°C, sumergiendo los electrodos en solución tampón de pH 7,0 y ajustar el control de temperatura. Con el control de asimetría ajustar el instrumento al valor de pH correcto de la solución tampón Con el control correspondiente retornar al equipo a su posición de reposo. Lavar los electrodos con agua destilada y secarlos con papel absorbente. Sumergir los electrodos en la solución que deberán estar a 25°C. La solución es 5g de almidón en 25 mL de agua destilada, agitar por 30 minutos a 100 RPM en el shaker. Accionar el control de lectura y leer el pH El ensayo se realiza por triplicado.	
Interpretación de resultados Considerar que las muestras cumplen con el requisito, si el pH obtenido se encuentra entre 5,0-7,0.	
Método de ensayo NTE INEN 1456,2013, pp. 2-3	
3	Contenido de Humedad y Materia seca
	Materiales y Equipos Balanza Analítica

	<p>Crisoles de porcelana Estufa a 80°C constante y ventilación forzada Desecador Guantes para alta temperatura Pinza para crisol</p>
	<p>Procedimiento Pesar los crisoles previamente. Pesar en el crisol vacío 5 gramos de almidón. Colocar el crisol con la muestra en la estufa a 80°C durante 24 horas. Enfriar los crisoles en el desecador, hasta obtener peso constante (30-40 minutos) (Ms) Pesar los crisoles con muestra de almidón.</p>
	<p>Cálculos e interpretación de Resultados Los ensayos se realizaron por triplicado</p> <p>Ecuación 3-2: Cálculo de Humedad</p> $\% \text{ de humedad} = \frac{(Mh - Ms)}{(Ms - Mr)} \times 100$ <p>Ecuación 4-2: Porcentaje de Materia Seca</p> $\% \text{ Materia Seca} = 100 - \% \text{ de Humedad}$ <p>Donde: Mh = peso del recipiente más la muestra húmeda (gramos). Ms = peso del recipiente más la muestra seca (gramos). Mr = peso de recipiente (gramos).</p>
	<p>Valor de referencia El contenido de materia seca debe estar entre 87-90%</p>
	<p>Método de ensayo FAO (Aristizábal y Sánchez, 2007)</p>
4	<p>Temperatura de Gelatinización</p> <p>Materiales Termómetro con escala de 0°C – 100°C. Reverbero Malla para reverbero Vaso de precipitación de 100 mL y 500 mL Pinzas para vaso de precipitación Probeta</p> <p>Procedimiento Pesar 5 gramos de almidón en base seca, mezclar con agua destilada y completar hasta 50 mL. Calentar a baño María. Agitar la suspensión con el termómetro constantemente, hasta que se forma una pasta y la temperatura permanece estable por unos segundos. Leer la temperatura de gelatinización Este ensayo se realiza por triplicado.</p> <p>Interpretación de Resultados Cálculo directo.</p> <p>Valores de Referencia El valor de la temperatura de gelatinización en almidones de yuca varía entre 57,5 – 70°C.</p>
5	<p>Contenido de Cenizas</p> <p>Materiales y Equipos Balanza Analítica con una precisión de 0,01 g Crisoles de porcelana</p>

	<p>Desecador Mufla</p> <p>Procedimiento Pesar aproximadamente 5,0 g de almidón en un crisol de porcelana que ha sido previamente lavado, secado en un horno y pesado. Colocar el crisol de porcelana con la muestra en la mufla e incinerar a 550°C durante tres horas y media. Enfriar el crisol y cenizas en un desecador hasta tener peso constante. Pesar el crisol con las cenizas y calcular la cantidad de cenizas. Expresar los resultados como porcentaje de cenizas totales.</p> <p>Fórmula para el Cálculo Para encontrar el contenido de cenizas se realizaron mediante 3 replicas Ecuación 5-2: Residuos por calcinación</p> $Cenizas(\%) = \frac{m1}{m} \times 100$ <p>Siendo: R= residuo por calcinación m1= masa del residuo en gramos m= masa de la muestra en gramos</p> <p>Valores de Referencia Se debe considerar que la muestra del residuo obtenido no deberá ser mayor a 0,12 %.</p> <p>Método de Ensayo FAO (Aristizábal y Sánchez, 2007)</p>
6	<p>Densidad Aparente</p> <p>Materiales y Equipos Balanza analítica con una precisión de 0,01 g Probeta de 25 mL Embudo Espátula Equipo de vibración de base de madera</p> <p>Procedimiento Densidad aparente del almidón suelto Pesar la probeta graduada vacía. Adicionar cuidadosamente con una espátula la muestra de almidón a la probeta de 25 mL mediante un embudo hasta que el volumen total se libremente completado. Densidad aparente del almidón empacado Sostener la probeta con almidón y adicionar más hasta que el volumen sea el valor mínimo. Realizar la vibración durante cinco minutos a una frecuencia y amplitud de manera tal que la probeta vibre rítmicamente con la base de madera Medir el volumen de muestra empacada.</p> <p>Fórmula para el Cálculo Para encontrar la densidad aparente se realizaron mediante 3 réplicas, con la siguiente fórmula. Ecuación 6-2: Densidad Aparente con Almidón Suelto</p> $Densidad\ Aparente\ del\ Almidón\ suelto = \left(\frac{(peso\ probeta + almidón\ suelto) - peso\ probeta\ vacía}{volumen\ de\ la\ probeta} \right) g/mL$ <p>Ecuación 7- 2: Densidad Aparente con Almidón Empacado</p> $Densidad\ Aparente\ del\ Almidón\ Empacado = \left(\frac{(peso\ probeta + almidon\ empacado) - peso\ probeta\ vacía}{valumen\ de\ probeta} \right) g/mL$ <p>Valores Referenciales El almidón debe tener una densidad de 1,560 g/mL</p>

7	Método para Determinar solubilidad
	Materiales y Equipos Balanza analítica Vaso de precipitación de 25 y 200 mL Agitador de Vidrio Calentado de Placa Probeta graduada de 100 mL
	Procedimiento En un vaso de precipitación de 25 mL pesar 2g de muestra, añadir 5 mL de agua fría y agitar. Transferir totalmente la suspensión sobre 100 mL de agua hirviendo contenida en un vaso de precipitación de 200 mL, continuar la ebullición por aproximadamente 2 min. Guardar la solución para determinación de pH.
	Fórmula para el Cálculo Medición Cualitativa
	Valores de Referencia Considerar que la muestra en un examen cumple con el requisito cuando se observa solo ligeramente una opalescencia que se mantiene sin intensificar después de enfriamiento de la solución.
	Método de Ensayo Este método de ensayo se basó en la investigación realizada por (Yungán, 2015) donde dice que si mayor es la presencia de amilopectina y con menor tamaño de granulo es mayor su interacción con el agua.
8	Viscosidad de Brookfield
	Materiales y Equipos Vaso de precipitación Varilla de agitación Reverbero Viscosímetro de Brookfield
	Procedimiento Pesar 25 g de muestra Colocar en un vaso de 600 mL Añadir 500 mL de agua. Dejar enfriar hasta llegar a una temperatura de 25°C. Medir la viscosidad.
	Fórmula para el Cálculo Anotar la medición que dio el viscosímetro
	Valores de referencia La viscosidad varía entre 840-1500 cP a 25°C La viscosidad se debe reportar sin decimales en cP (centipoise), informar el método utilizado: concentración de la suspensión del almidón, temperatura, velocidad y número de aguja utilizada.
	Método de ensayo FAO (Aristizábal y Sánchez, 2007)

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023

2.10.2. Obtención de Biopapel o Biobolsa

Diseño factorial:

La obtención del biopapel o biobolsa al aplicar igualmente el método factorial 2^K , nos da un resultado donde el 2 va a representar a la concentración de almidón y de la glicerina y la K son el

número de repeticiones que se van a realizar para obtener un buen resultado dando así ($2^k=(2 \times 2) \times 4=16$) un numero de 16 pruebas con 4 tratamientos.

Con la siguiente tabla se explica las concentraciones usadas de almidón y plastificante que se va a aplicar para la obtención del biopapel o biobolsa.

Tabla 9-2: Diseño Factorial 2^k , para la obtención de biobolsa o biopapel a partir de almidón de Oca.

CA (%)	Limite alto	8,8	DE = 2^k		
	limite bajo	8,4			
			2,10	3,6	CP (ml)
			Limite bajo	Limite alto	

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

Tabla 10-2: Datos del diseño factorial para la obtención de Biopapel o Biobolsa.

No.	TRATAMIENTOS	VARIABLES	REPETICIONES
1	TO1	CA1:CP1	R1
2			R2
3			R3
4			R4
5	TO2	CA1:CP2	R1
6			R2
7			R3
8			R4
9	TO3	CA2:CP1	R1
10			R2
11			R3
12			R4
13	TO4	CA2:CP2	R1
14			R2
15			R3
16			R4

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

En donde:

T10 = Tratamiento número de prueba de la Materia Prima.

CA = Cantidad de almidón (g).

CP = Cantidad de Plastificante (ml).

Técnica de obtención del biopapel o biobolsa

Tabla 11-2: Proceso de obtención de la Biobolsa o Biopapel.

Método	Materiales y Equipos	Reactivos	Procedimiento	Método De Ensayo
Obtención del Biopapel o Biobolsa	<ul style="list-style-type: none"> • Estufa • Reverbero y malla • Varilla de Agitación Termómetro Vasos de precipitación de 250 y 500 mL Toallas Cajas Petri Moldes de vidrio pyrex 25 x 20 cm Probetas de 10, 25 y 50 mL Pipetas graduadas de 10 mL	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Tween 60 • Aceite de girasol • Almidón de Oca 	En un vaso de precipitación de 250 ml preparar una solución de agua destilada y almidón de acuerdo a las concentraciones ya establecidas. Colocar un vaso de precipitación de 500 mL sobre el reverbero protegido con una malla metálica. Colocar la solución preparada en el vaso de precipitación de 250 mL a 85°C. Agitar la solución que se encuentra en baño maría de manera constante hasta alcanzar la temperatura de gelatinización. Agregar el plastificante (glicerina) y agitar hasta homogenizar la mezcla. Dejar enfriar. Verter la mezcla en la caja Petri de vidrio, colocar la muestra a 50°C por 24 h hasta obtener las propiedades cualitativas deseadas.	(Rodríguez et al., 2015)

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica.2022

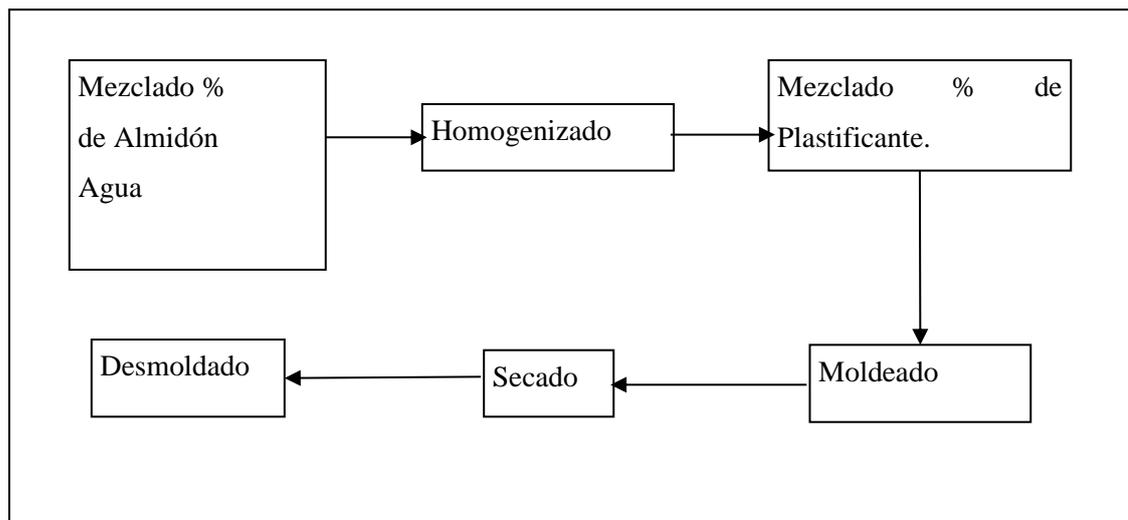


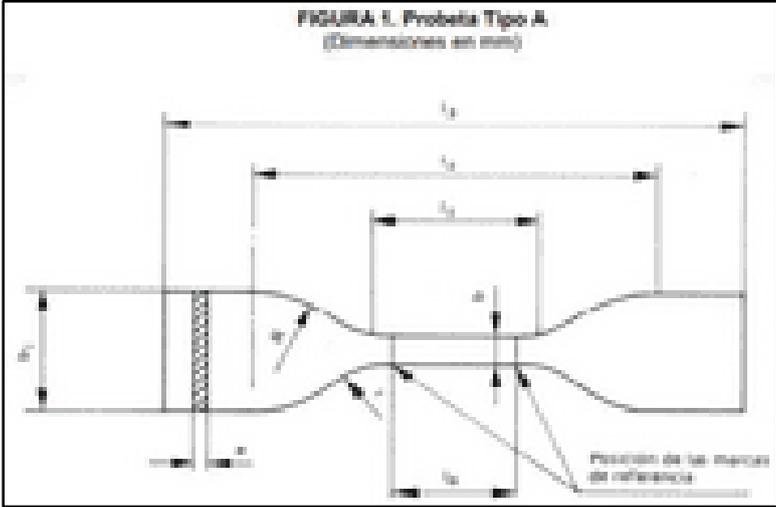
Ilustración 9-2: Diagrama de Flujo de Biobolsa de Oca.

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica.2023.

Tabla 12-2: Técnica para la Caracterización del Bioplástico.

No.	Ensayos
1	<p>Humedad</p> <p>Procedimiento La humedad se determinó gravimétricamente pesando las películas secadas al ambiente y posteriormente colocándolas en la estufa en circulación de aire a 105 °C durante 24 h. se realizaron tres ensayos por cada muestra</p> <p>Forma de Cálculo Ecuación 8-2: Porcentaje de Humedad del Bioplástico</p> $\% \text{ Humedad} = \frac{\text{peso inicial de la película} - \text{peso final de la película}}{\text{peso final de la película}} \times 100$ <p>Método de Ensayo (Cornejo, 2016)</p> <p>Determinación de espesor</p> <p>Materiales y Equipos Pie de rey</p> <p>Reactivos Biopapel o biobolsa</p> <p>Procedimiento Medir el espesor en diez puntos igualmente distribuidos al ancho de la lámina y en ángulo recto, con un pie de rey. Es recomendable para evitar controversias y confusiones, se deberá condicionar la lámina antes del ensayo, sometiendo la lámina durante 18 horas 20±2 °C. Las láminas deberán ser recortadas en medidas de 2,5x 2,5 cm cada una, se recomienda utilizar 10 películas, el resultado se registrará con el promedio de las mismas.</p> <p>Cálculo Se debe reportar el resultado obtenido</p> <p>Método de Ensayo (Cornejo, 2016)</p>
2	<p>Solubilidad en agua</p> <p>Materiales y Equipos Vaso con tapa de 100 mL. Probeta de 50 mL. Papel filtro. Balanza Analítica.</p> <p>Reactivos Agua destilada Biopapel o biobolsa para ensayo</p> <p>Procedimiento Colocar las biopelículas secas en 80 mL de agua desionizada con una agitación de 100 rpm durante una hora. Filtrar la solución y colocar en una estufa a 40°C hasta que está seca. Anotar el peso de la muestra seca. Luego a 105°C secar hasta que tenga un peso constante. Realizar ensayos por duplicado de cada tipo de biopelícula</p>

	<p>Fórmula de Cálculo Ecuación 9-2: Porcentaje de Solubilidad</p> $\%Solubilidad = \frac{Peso\ Final\ Seco\ de\ la\ Película - Peso\ Inicial\ Seco\ de\ la\ Película}{Peso\ Inicial\ Seco\ de\ la\ Película}$
3	<p>Transmisión de Vapor de Agua</p>
	<p>Materiales y Equipos Balanza Analítica Tubos de ensayo Desecador</p> <p>Reactivos Agua destilada Silice Biopapel o biobolsa de ensayo</p> <p>Procedimiento Emplear el método desecante, el cual utiliza silice gel previamente activada a 200°C por 24 horas. Llenar los tubos de ensayo de 10 cm de altura y 16 mm de diámetro, dejando este espacio libre para mezclar delicadamente la silice gel durante cada pesado. Las películas se cortan en cuadros de 2.5 cm² para cada muestra, luego se colocan en la boca del tubo de ensayo sellándolos herméticamente y añadiendo un pedazo de cinta scotch. Colocar o guardar en una gradilla. Una vez sellados los tubos pesar y colocar en un desecador equilibrado con un ambiente de una HR 60-65% que se obtendrá colocando una solución saturada de Cloruro de sodio (NaCl) a una temperatura de 26-29°C. Esperar 1 hora hasta que las muestras lleguen al equilibrio. Luego pesar cada tubo con las muestras estabilizadas en un lapso de 1 hora, durante 6 horas consecutivas.</p> <p>Fórmula de Cálculo</p> <p>Ecuación 10-2: Grado de transmisión de vapor expresada en (g/hxm³)</p> $WVTR = \frac{Q}{t \cdot A}$ <p>Ecuación 11-2: Transmisión de Vapor de Agua</p> $WVP = \frac{WVPTRxc\Delta p}{\Delta p}$ $\Delta p = s'(HR_2 - HR_1)$ <p>Donde: Q= Peso ganado del desecante (g) WVTR= Tasa de transmisión de vapor de agua t= Tiempo de prueba A= Área de las muestras de ensayo WVP= Permeabilidad al Vapor de agua(g*h⁻¹*m⁻¹*MPa⁻¹) s'= Presión de vapor de agua a la temperatura del ensayo (MPa) T=20°C HR2=Humedad relativa de la cámara con solución de cloruro de sodio saturada (HR2=75%) HR1=Humedad relativa en el interior de celda (HR1=0%)</p>
4	<p>Ensayo de Tracción (Plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea, 2019)</p>

	<p>Procedimiento</p> <p>Consiste en deformar la probeta a lo largo de su eje mayor, a velocidad constante aplicando fuerza determinada hasta que la probeta se rompa o hasta que la carga o el alargamiento alcance un valor previamente elegido. (INEN, 2013.p.3)</p> <p>Se usa una probeta tipo A</p>  <p>Fuente: INEN 2043:2013</p> <p>Donde:</p> <p>l3= Longitud total mínima 115</p> <p>b1= Anchura en los extremos 25±1</p> <p>l1= Longitud de la parte calibrada 33±2</p> <p>b= Anchura de la parte calibrada 6±0,4</p> <p>r= Radio menor de 14±1</p> <p>R= Radio mayor 25±2</p> <p>l0= Longitud de referencia 25±0,25</p> <p>l2= Distancia inicial entre mordazas 80±5</p>
	<p>Método de ensayo</p> <p>(Comparative study of film forming behaviour of low and high amylose starches using glycerol and xylitol as plasticizers, 2012)</p>
5	BIODEGRADABILIDAD
	<p>Procedimiento</p> <p>La biodegradabilidad se evaluó por el método gravimétrico, se consideró un tiempo de exposición de 10 días, y se evaluó la pérdida de peso cada dos días en condiciones aeróbicas. Se tomaron varias muestras de dimensiones 2,5 cm x 2,5 cm. A estas películas se las evaluó en condiciones aeróbicas (2 cm de profundidad).</p>
	<p>Forma de cálculo</p> <p>Ecuación 12-2: Porcentaje de biodegradabilidad</p> $\% \text{ Pérdida de Peso} = \left(\frac{\text{peso inicial seco} - \text{peso final seco}}{\text{peso inicial seco}} \right) \times 100$
	<p>Método de ensayo</p> <p>(Comparative study of film forming behaviour of low and high amylose starches using glycerol and xylitol as plasticizers, 2012)</p>

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

CAPITULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Datos de los Análisis Físicos a la materia prima

3.1.1. Caracterización física de los tubérculos de Oca

Dentro de la caracterización de la materia prima de los tubérculos de Oca se evaluó sus propiedades físicas, para poder obtener un almidón de buena calidad. Para esto se tomó 5 diferentes tubérculos para obtener los datos de longitud y diámetro, los datos obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1-3: Resultados de la caracterización Física de los tubérculos de Oca.

Nº Muestra	Oca		
	Longitud(mm)	Diámetro (mm)	Peso(g)
1	120	30	22
2	105	25	20
3	80	15	17
4	50	13	14
5	40	10	8
PROMEDIO	79	18,60	16,20

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

Rendimiento obtenido del almidón

Tabla 2-3: Variables para la obtención de Almidón de Oca.

VARIABLES			
RPM (Revoluciones por minuto)	RPM 1	RPM2	
TIEMPO (min)	2,5	3	4,5

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

3.1.2. Resultados obtenidos del rendimiento del almidón de Oca

El método factorial 2^k permitió calcular que para la obtención de almidón de Oca hay que realizar 24 repeticiones que se dividieron en 6 tratamientos cada tratamiento con una repetición de 4 veces para tener datos con mayor exactitud, con un RPM (revoluciones por minuto) con velocidad alta y baja a 3 tiempos diferentes.

Dando como resultado los tratamientos más favorables el **T30** y **T60** y se usaron para elaborar el biopapel o biobolsa.

Ecuación 1-3: Porcentaje de Rendimiento para Almidones

$$\% \text{ de Rendimiento} = \left(\frac{\text{Peso del Almidón Obtenido}}{\text{Peso Inicial de la Oca}} \right) \times 10$$

Tabla 3-3: Resultados de rendimiento de Almidón de Oca.

N	Variables		Repetición	Volumen de Agua(mL)	Peso			Rendimiento		Tiempo de Reposo	Temperatura de secado	Tiempo de Secado
	Tiempo: RPM				Producto	Almidón		Rendimiento (%)	Promedio			
					Oca(g)	Peso(g)	Total(g)					
1	T1	RPM 1: 2		500	100	11,67	50,74	11,67	12,69	24	22	48
2						11,05		11,05				
3						13,07		13,07				
4						14,95		14,95				
5	T2	RPM 1: 3		500	100	17,33	67,54	17,33	16,89	24	22	48
6						16,90		16,90				
7						15,97		15,97				
8						17,34		17,34				
9	T3	RPM 1: 4		500	100	17,66	72,53	17,66	18,13	24	22	48
10						18,62		18,62				
11						17,77		17,77				
12						18,48		18,48				
13	T4	RPM 2: 2		500	100	17,27	63,78	17,27	15,95	24	22	48
14						15,06		15,06				
15						15,27		15,27				
16						16,18		16,18				
17	T5	RPM 2: 3		500	100	16,88	70,46	16,88	17,62	24	22	48
18						17,76		17,76				
19						16,86		16,86				
20						18,96		18,96				
21	T6	RPM 2: 4		500	100	20,38	76,17	20,38	19,04	24	22	48
22						17,75		17,75				
23						18,64		18,64				
24						19,40		19,40				

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

3.1.3. Análisis de varianza del Rendimiento del Almidón de Oca

Dentro del análisis de las variables tenemos:

Hipótesis nula : Todas las medias son iguales
Hipótesis alternativa: No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha= 0,05$

Por lo que se tendrá una regla de decisión donde si es menor a 0,05 se debe rechazar la hipótesis nula, en la tabla siguiente, el valor de probabilidad es de 1,1227E-43 lo que es menor a 0,05 tomando así a la hipótesis alternativa aceptada y la hipótesis nula rechazada.

Tabla 4-3: Análisis de Varianza.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	9936,498576	4	2484,124644	523,3623297	6,2809E-20	2,866081402
Dentro de los grupos	94,92944	20	4,746472			
Total	10031,42802	24				

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

3.2. Ensayos Físicos Químicos para el Almidón de oca

3.2.1. Distribución del tamaño de gránulo

Los valores obtenidos de la prueba de granulometría fueron.

Tabla 5-3: Distribución de tamaño gránulos.

	μm	(%)
1	300	2,59
2	150	27,66
3	106	45,87
4	63	13,65
5	38	9,18
	Base	0,85
	Total	100

Realizado por: Alvares Infante, Jessica. 2023.

Según la FAO, los gránulos deben pasar un tamiz de con malla 100 o 95, en este caso la mayoría de almidón se encuentra en el tamiz número 140 (106 μm) lo que permite conocer que para llegar a un menor número de partícula debe ser triturado nuevamente el almidón seco (Aristizábal y Sánchez, 2007).

3.2.2. *Contenido de Amilosa y Amilopectina de Oca*

En la determinación del contenido de amilopectina en el almidón de oca se realizó la diferencia del 100% de la amilosa obtenida, tomando como referencia un estudio que fue realizado por Arévalo (2017), en donde por el método colorímetro se determinó en un 28,32% mientras que en el presente estudio se logró obtener un porcentaje de 30,50%, teniendo así el contenido de amilosa alta.

Tabla 6-3: Resultados de Amilosa y Amilopectina de la Muestra de Almidón de Oca.

Nº	Prueba	Método de referencia	Límite de referencia	Almidón de oca	Institución
1	Amilosa	Método colorimétrico de Morrison y Laignelet. 1983, p-26	28,32	30,50	INIAP
2	Amilopectina	Método colorimétrico de Morrison y Laignelet. 1983, p-26	71,68	69,50	INIAP

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

3.2.3. *Determinación de pH*

Los valores obtenidos de pH con las 5 réplicas realizadas se representan en la siguiente tabla.

Tabla 7-3: Determinación de pH.

Nº.	pH
1	6,17
2	6,38
3	6,50
4	6,57
5	6,78
Promedio	6,48

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

La norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1456:1986 determina la acidez o alcalinidad del pH, según la cual, valores de 5,0 – 7,0 es la medida de su acidez o alcalinidad, y dentro de este estudio se demostró que el pH puede llegar a un valor de 6,48.

3.2.4. Cálculo del porcentaje de humedad y materia seca

Dentro de la siguiente tabla podemos observar los siguientes datos:

Tabla 8-3: Poceraje de Humedad y Materia seca.

Peso de crisol Vacío Tarado (g)		
1	O1	34,9312
2	O2	34,9290
3	O3	34,9274
Peso de la muestra Inicial (g)		
1	O1	5,01
2	O2	5,00
3	O3	5,03
Peso de crisol Vacío Tarado + peso de la muestra inicial (g)		
1	O1	39,94
2	O2	39,93
3	O3	39,96
Peso luego de 24 horas a 105° C (g)		
1	O1	39,31
2	O2	39,33
3	O3	39,35

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

Se puede calcular con la ecuación

Ecuación 2-3: Peso de Almidón de Oca

$$W = \frac{(Mh - Ms)}{(Ms - Mr)} \times 100$$

Donde:

Mh= Peso del recipiente más la muestra humedad (gramos)

Ms= Peso del recipiente más la muestra seca (gramos)

Mr= Peso del recipiente (gramos)

$$W_{A1} = \frac{(39,9412 - 39,3100)}{(39,3100 - 34,9312)} \times 100$$

$$W_{A1} = 13,92$$

Tabla 9-3: Resultados de Humedad y Materia Seca de Almidón de Oca.

Nº	Humedad para el almidón de Oca	Materia seca del almidón de Oca
1	14,41	85,59
2	13,61	86,39
3	13,73	86,27
Promedio	13,92	86,08

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

La humedad según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) depende del lugar donde fue cultivada y cosechada, Ocaña (2019) dice que la humedad del almidón de Oca es elevada por la cantidad de azúcares que interactúan con el agua y debido a que demuestra afinidad por los grupos hidrófilos, dentro de este estudio se obtuvo un valor de 15,66 % de humedad, y en el presente trabajo un valor promedio de 13,92 % de almidón de oca.

3.2.5. *Temperatura de Gelatinización*

La temperatura de gelatinización obtenida del almidón de Oca se encuentra en la siguiente tabla.

Tabla 10-3: Temperatura de Gelatinización.

Nº.	Temperatura de Gelatinización
1	60
2	61
3	62
4	62
5	62
Promedio	61,4

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

Según la investigación “Influencia del pH de agua y tiempo de cocción sobre textura, gelatinización y retrogradación de la papa (*Solanum tuberosum*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*) y melloco (*Ullucus tuberosus*)” la temperatura de gelatinización de la oca inicial TC° de $56,88 \pm 0,08$ y final de $61,12 \pm 0,06$ los valores de la temperatura promedio de gelatinización dentro de la investigación es de $61,4^{\circ}\text{C}$.

3.2.6. *Contenido de Cenizas*

Con el almidón de Oca se realizó tres repeticiones. Usando la siguiente ecuación, se obtuvieron los siguientes resultados.

Ecuación 3-3: Residuo por Calcificación

$$R = \frac{m1}{m} * 100$$

Donde:

R= Residuo por calcificación

m1= masa de residuo en gramos

m= masa de la muestra en gramos

$$R = \frac{0,0064}{1,001} * 100$$

$$R = 0,6394$$

Tabla 11-3: Resultados de Ceniza de almidón de Oca.

Nº	Almidón de Oca
1	0,6394
2	0,5644
3	0,6569
Promedio	0,6202

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

Los resultados que se observan en el estudio de Surco (2004) tienen un porcentaje de ceniza de 0,57 a 0,70 % y en el de Velásquez y Velezmoro (2018) un porcentaje de $0,72 \pm 0,3$; dentro de este trabajo se logró obtener un porcentaje de ceniza de 0,63% en el almidón de Oca que se encuentra dentro del rango.

3.2.7. *Densidad Aparente*

A partir de la ecuación de la Densidad Aparente Suelta

$$A_1 = \frac{(\text{peso probeta} + \text{almidon suelto})(g) - \text{peso de probeta vacia}(g)}{25ml}$$

$$A_1 = \frac{(54,443 + 30,734)(g) - 54,443(g)}{25ml}$$

$$A_1 = 1,229$$

A partir de la ecuación de la Densidad Aparente Compacta

$$A_1 = \frac{(\text{peso probeta} + \text{almidon compacto})(g) - \text{peso de probeta vacia}(g)}{25ml}$$

$$A_1 = \frac{(54,443 + 29,954)(g) - 54,443(g)}{25ml}$$

$$A_1 = 1,198$$

En la siguiente tabla podemos observar los resultados de la densidad suelta y la densidad compacta que se realizó al almidón de Oca, Atencio y Ramirez (2020) mencionan que el almidón debe tener una densidad de 1,560g/ml, de acuerdo con esto el almidón obtenido se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

Tabla 12-3: Resultados para la densidad suelta y densidad compacta.

Densidad Aparente	Densidad Suelta de almidón (g/ml)	Densidad Empacada de almidón (g/ml)
1	1,229	1,198
2	1,107	1,070
3	1,365	1,331
4	1,163	1,133
5	1,132	1,100
Promedio	1,199	1,167

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

3.2.8. *Determinar solubilidad*

Se logro obtener

Tabla 13-3: Resultados de Solubilidad de Almidon de Oca.

Nº	pH	Presencia de Opalescencia
1	8,57	Sí
2	8,53	Sí
3	8,60	Sí
PROMEDIO	8,57	

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

Según Yungán (2015) existe una presencia mayor de amilopectina y que el tamaño de granulo que se ha obtenido es menor lo que facilita su interacción con el agua y una estabilidad en la viscosidad del gel de almidón de oca, esto se puede ver en esta investigación por la presencia de opalescencias y si hay un bajo contenido de amilosa disminuye el poder de hinchamiento de las partículas de almidón.

3.2.9. Viscosidad de Brookfield

Dentro de la siguiente tabla podemos observar los resultados de la viscosidad de Brookfield llevado a cabo a 10 RPM con una aguja SPL 2 para la viscosidad de almidón de Oca.

Tabla 14-3: Resultados de Viscosidad de Brookfield.

Nº	Viscosidad de Brookfield
1	1627
2	1644
3	1669
4	1675
5	1687
PROMEDIO	1660,4

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023

FAO (2007) da un valor de referencia que va desde 840-1500 cP. Los valores que se obtiene no cumplen porque son valores del almidón de yuca, mismo que tiene comportamientos diferentes a los de la Oca, pero Apaza (2018) en su investigación da a conocer que la viscosidad mínima medida es de 1354cP y el pico de viscosidad es de 4326cP, el almidón obtenido tiene un valor de 1660,4, lo que quiere decir que se encuentra en los parámetros adecuados, esto depende también del tipo de almidón que se está usando ya que puede modificarse dependiendo de que si es almidón nativo o modificado.

3.2.10. Análisis Microbiológicos

Dentro de los parámetros para el análisis microbiológico que se realiza a la materia prima Aristizábal y Sánchez (2007), establecen que el almidón debe tener una referencia de <10 UFC/g, mientras que los mohos y levaduras deben tener un valor que no superen las 1 000 a 5 000 UFC/g., en tal virtud, los valores que se obtuvieron del almidón producido de Oca indica que se trata de una buena materia prima para las láminas o biopapel que se van a producir.

Tabla 15-3: Resultados de los Análisis Microbiológicos.

Almidón de Oca			
Determinaciones	Unidades	Valores de Referencia	Resultados
Coliforme Totales	UFC/g	-	Ausencia
Coliformes Fecales (<i>Escherichia coli</i>)	UFC/g	< 10	Ausencia
Mohos y Levaduras	UFC/g	1 000- 5 000	Ausencia

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

3.2.11. Resultados de la caracterización Físicoquímica del almidón de Oca

Tabla 16-3: Resultados de la Caracterización Físicoquímica del Almidón de Oca.

Nº	REQUISITOS FÍSICOQUÍMICOS DEL ALMIDÓN DE OCA			
	Análisis FÍSICOQuímicos	Rango Estándar	Resultados Obtenidos	Ensayo
1	Humedad (%)	15,66	15,66	(INIAP, 2022)
2	Cenizas (%)	0,57- 0,70	0,63	(Velasquez y Velezmoro, 2018)
3	Contenido de Materia seca (%)	84,34%	86,08	(INIAP, 2022)
4	Solubilidad	Presencia de opalescencias	Leve	(Yungán, 2015)
5	Temperatura de Gelatinización (°C)	56,88±0,08 61,12±0,06	61,4	(Gonzales et al., 2011)
6	Densidad Aparente (g/mL)	1,51 – 1,67	1,199	(Aristizábal y Sáchez, 2007)
7	Densidad Empacada (g/mL)	1,34 – 1,56	1,167	(Aristizábal y Sáchez, 2007)
8	Tamaño (% que debe pasar malla 100)	95-100	99	(Aristizabal y Sánchez, 2007)
9	pH	5-7	6,48	NTE INEN pp. 2-3

Fuente: FAO, 2007; INEN, 2013.

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

3.3. Elaboración de las láminas o biopapel a partir de almidón de Oca.

3.3.1. Biopapel a partir de almidón de Oca

Dentro de la elaboración de las biobolsas o biopapel para la formulación filmogénicas, la temperatura usada debe ser de 77° C, un tiempo empleado de elaboración de 30 minutos en cada una de las láminas y con una velocidad de agitación de 120 rpm, estos puntos dichos deben ser constantes para poder obtener laminas con buenas características, o a su vez debe contener una cantidad adecuada de plastificante para que permita la elaboración de biobolsas adecuadas.

Para saber cuál es la mejor opción se debe realizar 4 repeticiones a fin de tener un porcentaje de error experimental. En este estudio, para las dosificaciones se consideraron las aportaciones de dos investigaciones, del estudio de Chen et al. (2021) y del de Muscat et al. (2012), en los cuales se conoce el porcentaje de almidón que se puede usar por el contenido de amilosa, que en el caso de la Oca es de 30,5 % que es alto, y de amilopectina que es de 69,5 %; de acuerdo a esto se conoció que se debe usar un porcentaje de 70:30, 80:20 y 85-15 según lo que se vaya necesitando.

Tabla 17-3: Ensayos de las biobolsas a partir del almidón de Oca.

Nº	Tratamiento	Repetición	COMPOSICIÓN		Observación
			Almidón	Glicerina	
1	TO1 ₁	1	8,4	2,10	Forma la Lámina
2	TO1 ₂	2			
3	TO1 ₃	3			
4	TO1 ₄	4			
5	TO2 ₁	1	8,4	3,6	Forma la Lámina
6	TO2 ₂	2			
7	TO2 ₃	3			
8	TO2 ₄	4			
9	TO3 ₁	1	8,9	2,10	Forma la Lámina
10	TO3 ₂	2			
11	TO3 ₃	3			
12	TO3 ₄	4			
13	TO4 ₁	1	8,9	3,6	Forma la Lámina
14	TO4 ₂	2			
15	TO4 ₃	3			
16	TO4 ₄	4			

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

Para saber la cantidad de almidón y plastificante, se basó en los artículos científicos de Chen et al. (2021) y de Muscat et al. (2012).

Cálculo de la relación almidón-plastificante

$$\frac{80}{20} = \frac{8,8}{x}$$

$$x = 2,20 \text{ ml de plastificante}$$

3.4. Resultados obtenidos de Biopapel de oca

3.4.1. Caracterización físico química y mecánica de los bioplásticos de Oca

Para elaborar el biopapel a base de almidón de oca, se tuvieron que usar los componentes que se muestran a continuación con las cantidades apropiadas para que el resultado que se llegue a obtener, sea el adecuado para el uso que se le va a dar. En la tabla 25 se encuentran ubicadas las cantidades necesarias.

Tabla 18-3: Resumen de las cantidades usadas para la elaboración del Biopapel de Oca.

Muestra	Variables			Constantes			
	Almidón(g)	Glicerina(mL)	Aceite(mL)	Agua(mL)	Tiempo (h)	Temperatura (°C)	Tween 60(mL)
Oca	8, 90	2, 14	0,5	100	24	50	0,04

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

3.4.2. *Análisis sensorial de Gel Biopapel*

3.4.2.1. *Evaluación del análisis sensorial del biopapel de Oca*

Por medio del análisis sensorial se puede saber que método es el más apropiado para obtener un biopapel con mejor calidad, los parámetros organolépticos como la textura, aspecto, la flexibilidad y la resistencia que permiten evaluar al biopapel, permite saber cuál es la mejor formulación que permita elaborar un biopapel similar a los que se obtienen con los derivados del petróleo.

Y con este tipo de resultados se obtuvo la siguiente tabla.

Tabla 19-3: Resultados del Análisis Sensorial del Biopapel de Oca.

Formulación	Parámetros			
	Aspecto	Textura	Flexibilidad	Resistencia
TO1	Translúcido	Áspera	Poco flexible	Débil
TO2	Translúcido	Lisa	Flexible	Fuerte
TO3	Translúcido	Lisa	Flexible	Fuerte
TO4	Translúcido	Lisa	Flexible	Fuerte

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

Por medio de las puntuaciones siguiente podemos evaluar al biopapel

T, L, F, Fu (translúcido, liso, flexible y fuerte) = 5

O, A, PF, D (opaca, áspera, poco flexible, débil) = 1

Tomando en cuenta el aspecto de cada uno de los tratamientos que se presentó en la tabla anterior se obtuvo que los dos últimos tratamientos son los que tienen mejor aspecto y mayor puntuación que el primer tratamiento.

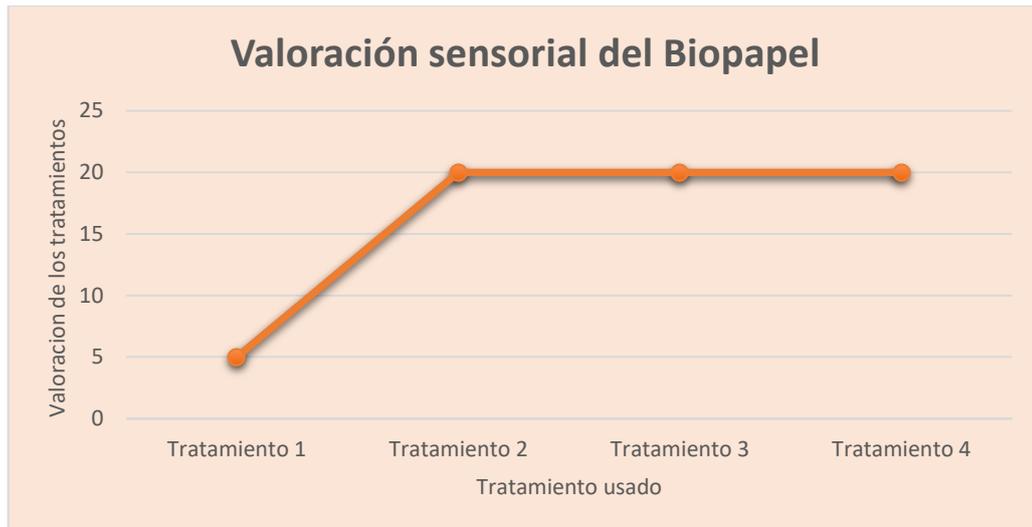


Ilustración 1-3: Resultados de la Evaluación de los Atributos sensoriales.

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

3.4.2.2. Caracterización de los biopepeles obtenidos

Cuando ya se logró establecer las concentraciones planteadas bajo el diseño factorial 2^k , se empezaron a preparar las soluciones las que se vertieron en cajas Petri como se sugiere en el Método de Casting, en este proceso se encontró que el primer tratamiento usado no tuvo una buena formación del biopapel, mientras que el tratamiento 2, 3, y 4 formaron un biopapel con buenas características como son la transparencia, uniformidad.

Tabla 20-3: Resultados del Análisis Sensorial del Biopapel de Oca.

Nº	Tratamientos	Almidón (%)	Glicerina (%)	Formación de biopapel	Facilidad de moldeo	Transparencia	Observaciones
	TO1	8,518	2,555	NO	SI	Media	Biopapel quebradizo
	TO2	7,666	2,129	SI	SI	SI	Translúcido
	TO3	6,814	1,704	SI	SI	SI	Translúcido
	TO4	5,963	1,278	SI	SI	SI	Translúcido

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

3.4.2.3. Cálculos realizados para la caracterización del biopapel de oca

Al conocer los resultados obtenidos del análisis sensorial del biopapel de Oca, se tomó las láminas con mejores características para verificar la caracterización físicoquímica y mecánica por medio de los diferentes ensayos, los que se muestran a continuación.

3.4.2.4. Cálculo para el porcentaje de humedad

Para conocer el porcentaje de humedad, se realizaron pruebas duplicadas de manera que se obtuvo un promedio por cada tratamiento realizado; obteniendo los siguientes resultados.

Ecuación 4-3: Porcentaje de Humedad

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso final del biopapel} - \text{Peso inicial del biopapel}}{\text{Peso inicial del Biopapel}} * 100$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{0,294 - 0,254}{0,294} * 100$$

$$\% \text{ Humedad} = 13,61$$

Tabla 21-3: Resultados de humedad.

Nº	Peso inicial	Peso final	% de Humedad	Promedio (%)
TO1 ₁	0,131	0,111	15,27	20,01
TO1 ₂	0,156	0,128	17,95	
TO1 ₃	0,184	0,143	22,28	
TO1 ₄	0,167	0,126	24,55	
TO2 ₁	0,165	0,128	22,42	20,26
TO2 ₂	0,219	0,187	14,61	
TO2 ₃	0,174	0,118	32,18	
TO2 ₄	0,22	0,194	11,82	
TO3 ₁	0,187	0,148	20,86	19,98
TO3 ₂	0,178	0,137	23,03	
TO3 ₃	0,221	0,171	22,62	
TO3 ₄	0,179	0,155	13,41	
TO4 ₁	0,294	0,254	13,61	18,33
TO4 ₂	0,297	0,249	16,16	
TO4 ₃	0,27	0,226	16,30	
TO4 ₄	0,198	0,144	27,27	

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

Se observa que la lámina TO4 tubo menor absorción de agua, la cual según Muscat et al. (2012) tiene una menor cantidad de humedad, por lo que su vida útil va a aumentar, pero los tratamientos TO1, TO2 y TO3 tienen un mayor contenido de humedad, por lo que tiene un mayor contenido de aceite y glicerina que es higroscópica, lo que quiere decir que absorbe la humedad del ambiente, el alto contenido de humedad también puede verse afectada por la acción de la amilosa que puede formar redes rígidas y poros en la red, que absorbe la humedad.

3.4.2.5. Cálculo para el porcentaje de solubilidad

Ecuación 5-3: Porcentaje de Solubilidad

$$\% \text{ Solubilidad} = \left(\frac{\text{peso inicial seco} - \text{peso final seco}}{\text{peso inicial seco}} \right) * 100$$

$$\% \text{ Solubilidad} = \left(\frac{0,227 - 0,078}{0,227} \right) * 100$$

$$\% \text{ Solubilidad} = 65,64$$

Tabla 22-3: Solubilidad en el agua del Biopapel de Oca.

Nº	Tratamiento	Peso Inicial Seco (g)	Peso Final Seco (g)	(%) de solubilidad	Promedio
1	TO1 ₁	0,227	0,078	65,64	77,59
2	TO1 ₂	0,245	0,056	77,14	
3	TO1 ₃	0,210	0,021	90,00	
4	TO2 ₁	0,123	0,039	68,29	80,24
5	TO2 ₂	0,230	0,028	87,83	
6	TO2 ₃	0,234	0,036	84,62	
7	TO3 ₁	0,127	0,012	90,55	94,86
8	TO3 ₂	0,110	0,004	96,36	
9	TO3 ₃	0,129	0,003	97,67	
10	TO4 ₁	0,230	0,000	100,00	100
11	TO4 ₂	0,278	0,000	100,00	
12	TO4 ₃	0,265	0,000	100,00	

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

Se observa que el tratamiento TO3 y TO4 tienen un porcentaje de solubilidad alto ya que, al colocarlo en agua se vuelve soluble mientras que los tratamientos TO1 y TO2 no son solubles totalmente, pues se quedan dentro del agua formando una lámina.

3.4.2.6. Espesor

La prueba para el espesor de las láminas de almidón de Oca se realiza por medio de un pie de rey, este tipo de evaluación es un parámetro que se considera para determinar la aplicación o no de los biopapeles.

Tabla 23-3: Resultados de ensayo de espesor del Biopapel de Oca.

Nº	Tratamientos	Repeticiones	Espesor (mm)	Promedio (mm)
1	TO1	R1	0,345	0,341
2		R2	0,341	
3		R3	0,339	
4		R4	0,337	
5	TO2	R1	0,289	0,271
6		R2	0,269	
7		R3	0,263	
8		R4	0,261	
9	TO3	R1	0,187	0,175
10		R2	0,173	
11		R3	0,171	
12		R4	0,168	
13	TO4	R1	0,111	0,103
14		R2	0,101	
15		R3	0,100	
16		R4	0,100	

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

Según Chuiza et al. (2020) e INEN (2012), el grosor no debe ser menor a 5,00 mm ni mayor a 25,4 mm, dentro de los resultados obtenidos de las láminas de biopapel van desde 100 a 300 micras de grosor dentro de los cuatro tratamientos que se realizaron, el más óptimo encontrado es el tratamiento TO4 que tiene un promedio de 0,103 mm de grosor.

3.4.2.7. Permeabilidad

La permeabilidad al vapor se calcula de la siguiente manera:

Primero se calcula la transmisión de vapor de agua

Ecuación 6-3: Transmisión de la Tasa de Vapor de Agua

$$WVTR = \frac{Q/t}{A}$$
$$WVTR = \frac{Q}{A * t}$$

$$WVTR = \frac{(24,917 - 24,754)g}{(0,217) * 7h}$$

$$WVTR = 53,851$$

Tabla 24-3: Tasa de transmisión de vapor de agua.

Nº	Tratamiento	Peso Inicial	Peso Final	WVTR	Promedio
1	TO1	24,917	24,754	17,6406926	27,3946
2		23,578	23,459	10,6918239	
3		22,967	22,149	53,8512179	
4	TO2	16,691	16,475	17,8364988	17,4120
5		17,508	17,329	18,9417989	
6		16,426	16,149	15,4575893	
7	TO3	36,691	36,475	15,5844156	17,4460
8		31,508	31,329	15,5923345	
9		33,426	33,149	21,1611917	
10	TO4	19,657	19,523	8,8624339	12,2690
11		14,780	14,561	10,4985618	
12		14,578	14,326	17,7339901	

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

Ecuación 7-3: Transmisión de Vapor

$$WVP = \frac{WVTR \times z}{S' (HR_2 - HR_1)}$$

$$WVP = \frac{17,640 \times 0,111}{0,0023(75 - 0)}$$

$$WVP = 0,00549 \frac{g}{h * m^2}$$

Tabla 25-3: Resultados para la transmisión de vapor de agua.

Nº	Tratamiento	WVTR	z	WVP	Promedio
1	TO1	17,640692641	0,035	0,03392441	0,05200207
2		10,691823899	0,034	0,02032281	
3		53,851217907	0,034	0,10175899	
4	TO2	17,836498761	0,029	0,02873327	0,02659873
5		18,941798942	0,027	0,02840214	
6		15,457589286	0,026	0,02266079	
7	TO3	15,584415584	0,019	0,01624462	0,01715036
8		15,592334495	0,017	0,01503609	
9		21,161191749	0,017	0,02017037	
10	TO4	8,862433862	0,011	0,00549630	0,00709734
11		10,498561841	0,010	0,00591056	
12		17,733990148	0,010	0,00988517	

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

La determinación de Permeabilidad de Vapor (WVP) se realizó por triplicado para las láminas elaboradas de los tratamientos realizados, se debe cortar pedazos de biobolsas de un tamaño de 2,5 x 2,5 cm, estos no deben tener defectos físicos como por ejemplo agujeros, burbujas, ni grietas. Dentro de los valores de WVP se han encontrado valores promedios que van desde 0,0520; 0,0265; 0,0171; y 0,0071 de los tratamientos TO1, TO2, TO3 y TO4 correspondientemente de todos estos valores, según Guevara (2022) al contener aceite de girasol dentro de su composición disminuye la WVTR, por lo que reduce suavemente la interacción de las porciones hidrofóbicas al tener una mayor cantidad de aceite.

3.4.2.8. Ensayo de tracción

Tabla 26-3: Resultados de los Ensayos de Tracción.

Muestra	Probeta	Módulo De Elasticidad (MPa)	Carga De Fluencia (N)	Esfuerzo De Fluencia (MPa)	Carga Máxima (N)	Esfuerzo Máximo (MPa)	% De Elongación
TO1	1	42,42	4,70	1,75	7,33	4,18	36,7
	2	29,58	4,70	1,75	6,35	3,78	35
	3	29,33	4,70	1,65	6,35	3,19	34,05
	Promedio	33,78	4,70	1,72	6,68	3,72	35,25
TO2	1	28,12	4,70	1,65	6,65	3,42	27,77
	2	25,52	4,10	1,55	6,47	3,22	23,07
	3	24,58	3,70	1,55	6,12	3,08	21,1
	Promedio	26,07	4,17	1,58	6,41	3,24	23,98
TO3	1	24,42	3,70	1,55	5,56	2,42	20,17
	2	23,58	3,60	1,50	5,36	2,38	19,3
	3	23,13	3,60	1,45	5,27	2,27	17,19
	Promedio	23,71	3,63	1,50	5,40	2,36	18,89
TO4	1	19,58	3,50	1,35	5,12	1,32	15,07
	3	12,42	3,50	1,35	4,89	1,27	14,3
	2	11,58	3,10	1,30	4,76	1,19	14
	Promedio	14,53	3,37	1,33	4,92	1,26	14,46

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

El módulo de elasticidad es la propiedad que mide el porcentaje de estiramiento de los diferentes productos, según la investigación de Muscat et al. (2012) y de Holguín (2019), el porcentaje de la glicerina, el agua y el almidón influyen en su composición, mientras mayor es la cantidad de glicerina y menor la de almidón mayor es el módulo de elasticidad, por lo tanto, el módulo de elasticidad del biopapel es bajo por los porcentajes ya mencionados.

3.4.2.9. Biodegradabilidad

Biodegradabilidad aerobia

Tabla 27-3: Resultados de biodegradabilidad aerobia por diferencia de Peso.

Formulación	Peso Inicial seco (g)	Días	Peso Final seco	%de Pérdida de Peso
TO1	0,2598	7	0,2468	5,00
	0,1877	14	0,1789	4,69
	0,1845	21	0,1663	9,86
	0,1953	28	0,1864	4,56
TO2	0,2289	7	0,2072	9,48
	0,2361	14	0,2153	8,81
	0,2391	21	0,2167	9,37
	0,2478	28	0,2326	6,13
TO3	0,2076	7	0,1985	4,38
	0,2563	14	0,2383	7,02
	0,2353	21	0,2154	8,46
	0,2355	28	0,2257	4,16
TO4	0,2673	7	0,2645	1,05
	0,2154	14	0,2132	1,02
	0,2567	21	0,2492	2,92
	0,2342	28	0,2221	5,17

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

Biodegradabilidad Anaerobia

Tabla 28-3: Resultados de Biodegradabilidad anaerobia por Pérdida de Área.

Formulación	Área Inicial (Cm)	Días	Área Final (Cm)	% De Perdida De Área
TO1	6,50	7	4,92	24,31
	6,50	14	4,55	30,00
	6,50	21	5,67	12,77
	6,50	28	4,49	30,92
TO2	6,50	7	4,34	33,23
	6,50	14	5,07	22,00
	6,50	21	4,18	35,69
	6,50	28	5,63	13,38
TO3	6,50	7	2,9	55,38
	6,50	14	2,72	58,15
	6,50	21	1,54	76,31
	6,50	28	1,49	77,08
TO4	6,50	7	0,41	93,69
	6,50	14	0,98	84,92
	6,50	21	0,96	85,23
	6,50	28	0,81	87,54

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

Biodegradabilidad en el agua

Resultados de la Caracterización Físicos y Mecánicos del Bioplástico

Tabla 29-3: Resultados de Biodegradabilidad en agua por diferencia de peso.

Formulación	Peso Inicial Seco	Días	Peso Final Seco	%De Pérdida De Peso
TO1	0,2873	7	0,1949	32,16
	0,2914	14	0,1532	47,43
	0,2873	21	0,1431	50,19
	0,2301	28	0,1968	14,47
TO2	0,2942	7	0,1747	40,62
	0,2823	14	0,1831	35,14
	0,2675	21	0,1979	26,02
	0,2020	28	0,1615	20,05
TO3	0,2616	7	0,2567	1,87
	0,2023	14	0,1965	2,87
	0,2642	21	0,2585	2,16
	0,3018	28	0,2841	5,86
TO4	0,3172	7	0	100,00
	0,2617	14	0	100,00
	0,3858	21	0	100,00
	0,2078	28	0	100,00

Realizado por: Alvarez Infante, Jessica, 2023.

Las pruebas de degradabilidad permiten conocer cuánto se demoran en desintegrarse los diferentes biopapeles elaborados en este proyecto, en el estudio de Velásquez y Velezmoro (2018), se esperó saber cuánto se demora su desintegración. El tratamiento TO4 ha tenido un porcentaje de desintegración alto, del 1,05 por tener como objetivo de general que debe desintegrarse mientras que en agua se desintegra totalmente en el tratamiento TO4 (Chen et al., 2021); en el presente trabajo las láminas se desintegran totalmente para consumo de productos alimenticios como para el té, sin desperdicios eliminados.

3.5. Discusión de Hipótesis

3.5.1. Hipótesis 1

Mediante el análisis y la revisión de bibliografía se encontró que la mejor opción para la obtención de una mayor cantidad de almidón de oca, es el uso de la oca chaucha, como lo manifiesta Mosquera (2015), puede obtenerse un rendimiento de 12,32 a 15,73%; mientras que en este proyecto existe una diferencia un poco significativa ya que se ha logrado obtener en el tratamiento

T3O un porcentaje de 18,13 y en el T6O 19,04% de rendimiento de la oca, teniendo un valor mayor de almidón y siendo los tratamientos escogidos para la producción de almidón de la oca. Por consiguiente, se logró obtener una cantidad adecuada para el resto de procedimientos a realizar.

3.5.2. Hipótesis 2

La hipótesis planteada confirmo que el almidón extraído tiene las características adecuadas que permito elaborar una biobolsa que pudo desintegrarse dentro del agua caliente con el té verde.

3.5.3. Hipótesis 3

Muscat et al. (2012) manifiestan que para obtener un buen biopapel hay que saber el porcentaje de amilosa y amilopectina que contine el almidón. Según el INIAP (2022), es necesario 30,5 y 69,5 respectivamente. Se usó almidón y plastificante en las siguientes proporciones, del 70:30, 75:25, 80:20, y 85:15 para saber qué porcentaje es el más adecuado, por lo que el mejor tratamiento fue el perteneciente al 85:15 que quiere decir que, se colocó 85 % de almidón y 15 de plastificante, éste es el tratamiento TO4 con el que se obtuvo una lámina delgada, fuerte que resiste al ambiente.

3.5.4. Hipótesis 4

Chen et al. (2021), afirman que es viable para el uso antes de ser consumidos, tiene una durabilidad de un año, la degradabilidad anaerobia de estas fundas fue comprobadas de 1 a 28 días, su peso y tamaño se redujeron y el más óptimo fue en el tratamiento TO4 que fue de 0,41 y 0,81 cm respectivamente, mientras que si éste es colocado en un vaso con agua se desintegra en menos de cinco minutos.

CONCLUSIONES

- Se obtuvo una biobolsa a partir del almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) para té verde (*Camellia sinensis*) que al comprobar su solubilidad fue efectiva dentro de agua caliente.
- Se logró obtener el almidón por vía húmeda donde se varió la velocidad de trituración en la licuadora con revoluciones por minuto (alta y baja) y el tiempo (2; 3; 4) al que fue sometida a la oca, se hizo uso también el tamizado, decantado, lavado y secado, dando como resultado de rendimiento un almidón de oca con 18,13 y 19,04% del Tratamiento de la Oca 3 (TO3) y Tratamiento de la Oca 6 (TO6) respectivamente.
- Se caracterizó el almidón de oca con las diferentes pruebas donde se obtuvieron unos valores de solubilidad en agua (8,57%), pH (6,48), residuos de calcinación (0,63%) y para su sensibilidad presenta un color azul profundo.
- Se formuló la mezcla en porcentajes adecuados de los diferentes componentes que se utilizaron en la elaboración de las láminas de oca, el porcentaje de almidón y plastificante fueron 85:15, el empleo del aceite de girasol en bajas proporciones ayudo a que la transmisión de vapor de agua tenga un valor de $0,0071 \text{ g}/\text{h} * \text{m}^2$ impidiendo el paso de vapor de agua.
- Se validó la biobolsa de almidón de oca para el té verde comprobándose que cumple con las pruebas mecánicas de resistencia, permeabilidad y biodegradabilidad estipuladas, también se comprobó que se disuelve rápidamente en agua caliente.

RECOMENDACIONES

- Para la extracción del almidón de oca se recomienda pelar la oca y dejarla remojar por lo menos unas 12 horas antes de proceder a triturar para su extracción, ya que se obtiene una materia prima de mejor color.
- Se puede usar los residuos que quedan de la extracción del almidón para elaboración de harinas u otras investigaciones que aporten a nuestros estudios.
- Este tipo de obtención del biopapel o biobolsas se puede usar para elaborar otros productos que necesiten de su desintegración rápida en medios acuosos.
- Extraer los residuos que se quedan dentro del almidón de Oca por medio de tamices para obtener una mejor materia prima.
- No exceder la temperatura de gelatinización del almidón de Oca para obtener unos buenos resultados del biopapel o biobolsa.
- Esta investigación abre el campo al uso de este tipo de biolaminas para el uso en alimentos instantáneos como el uso en las fundas de los condimentos de los fideos con otros componentes como algas y celulosa que ayudan a la permeabilidad y solubilidad de las bolsas degradables.

BIBLIOGRAFÍA

AGAMA, E., et al. “Estructura interna de los gránulos de almidón de plátano mediante gelatinización química superficial: propiedades morfológicas físicoquímicas y moleculares”. Revista Mexicana de Ingeniería Química [en línea], 2015, (México) 14 (1), pp. 73-80. [Consulta: 2022-12-18]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/620/62037106007.pdf>

AGUILAR, Luz, & GUZMAN, Glenda. Formulación de una bebida a base de té verde (camelia sinesis), y menta (*Mentha Piperita*) previa maceración en caliente (Trabajo de titulación) (Ingeniera en Industrias Alimentarias) [en línea]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de Procesos, Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias. Arequipa - Perú. 2015. pp. 13-67. [Consulta: 2022-12-20]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/237/B2-M-18425.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AMAYA, Jorge. “Estudio de la dosificación del almidón extraído del banano en un polímero de tipo termoplástico”. Revista Colombiana de Química [en línea], 2019 (Ecuador) 48 (1), pp. 43-51. [Consulta: 2022-12-15]. ISSN 2357-3791. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v48n1.74469>

AMORES, María Belén. Evaluación del comportamiento reológico de un postre lácteo a base de harina de oca (*Oxalis tuberosa*) y gelatina dispersos en lactosuero dulce (Trabajo de Titulación) (Ingeniera en Alimentos) [en línea]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Alimentos, Carrera de Ingeniería en Alimentos. Ambato – Ecuador. 2016. pp. 23-30. [Consulta: 2022-12-12]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22879/1/AL600.pdf>

APAZA, Bety. Extracción y caracterización del almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) de la variedad k'ellu kamus (Trabajo de grado) (Ingeniería de Alimentos) [en línea]. Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias. Juliaca – Perú. 2018. pp. 17-52. [Consulta: 2022-12-11]. Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1640/Bety_Apaza_Tesis_Licenciatura_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ARBOLEDA, Jenny. Desarrollo de nuevas propuestas de repostería para el aprovechamiento de la Oca (*Oxalis Tuberosa*) (Trabajo de grado) (Administrador Gastronómico) [en línea].

Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Turismo, Hotelería Y Gastronomía, Carrera Gastronomía. Quito – Ecuador. 2013. pp. 34-40. [Consulta: 2022-12-08]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11832/1/53873_1.pdf

ARANDA, C. et al. “Tratamiento de verrugas víricas con sinecatequinas de té verde”. *Anales de pediatría* [en línea], 2016, (España) 84 (4), pp. 236- 237. [Consulta: 2022-12-13]. ISSN 1696-4608, Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6721605>

ARÉVALO, Alejandro. Caracterización de las propiedades FÍSICOQuímicas y térmicas de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) (Trabajo de Titulación) (Ingeniero Agroindustrial) [en línea]. Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Trujillo – Perú. 2017. pp. 20-25. [Consulta: 2022-12-13]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2699193>

ARISTIZÁBAL, Johanna, SÁNCHEZ, Teresa, & MEJÍA, Danilo. *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca* [en línea]. Roma – Italia: FAO, 2007. [Consulta: 2022-12-15]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a1028s/a1028s.pdf>

AROSENA, María & CHAVEZ, Ruth. Evaluación del extracto del fruto de mullak´a (*Muehlenbeckia volcanica* (Benth) Endl.) sobre las características de calidad de la carne molida de alpaca (Trabajo de Titulación) (Licenciada en Ciencia y Tecnología de los Alimentos) [en línea]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Profesional de Ciencia de los Alimentos. Lima – Perú. 2018. pp. 20-25. [Consulta: 2022-12-11]. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/9393>

ATENCIO, Patricia, & RAMIREZ, Darwin. Evaluación de antioxidantes y características físicas de almidón en cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum*) con pulpas de color cultivadas en la región Huánuco (Tesis de Grado) (Ingeniero Agroindustrial) [en línea]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Huánuco – Perú. 2020. pp. 3-16. [Consulta: 2022-12-18]. Disponible en: <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/5965/TAI00166A86.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BARRERA, Gisela, & PÉREZ, Pamela. Formulación de una mezcla proteica a base de maca (*Lepidium peruvianum* Chacón) Oca (*Oxalis tuberosa*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Tocosh por el método de extrusión (Tesis de Grado) (Ingeniero Agroindustrial) [en línea]. Universidad

Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería y Ciencias Humanas Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Junín – Perú. 2014. pp. 19-26. [Consulta: 2022-12-10]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3062/Barrera%20Condor-Perez%20Condor.pdf?sequence=1>

BARRERA, Víctor, TAPIA, César, & MONTEROS, Álvaro. *Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador* [en línea]. Quito - Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, 2004. [Consulta: 2022-12-25]. Disponible en: <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/f1ce784ad56186d4fbec1a60f9e8e757.pdf>

BARRERA, Víctor, TAPIA, César, & MONTEROS, Álvaro. *Raíces y Tubérculos Andinos. Capítulo I. Caracterización de las raíces y los tubérculos andinos en la Ecoregión Andina del Ecuador* [en línea]. Quito – Ecuador. 2014, pp. 1-30. [Consulta: 2022-12-15]. Disponible en: https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/RTAs_Ecuador_01.pdf

BARROS, Carlos. *Los aditivos en la alimentación de los españoles y la legislación que regula su autorización y us* [en línea]. Madrid – España: Visión Libros. 2009. [Consulta: 2022-12-03]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=UaX5GdmyMJQC&oi=fnd&pg=PA4&dq=eI+pa+pel+organico+Muy+pocos+a%C3%B1os+atr%C3%A1s+se+lo+empez%C3%B3+a+uso+en+Espa%C3%B1a+en+la+alta+cocina+como+envoltorio+para+alimentos+una+capa+muy+fina+que+cubre+y+no+tiene+sabor+>

BASANTES, Emilio. *Manejo de cultivos andinos del Ecuador* [en línea]. Quito - Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2015. [Consulta: 2022-12-08]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10163/4/Manejo%20Cultivos%20Ecuador.pdf>

BERNABÉ, Yesica, & CANCHO, Fanny. Caracterización FÍSICOquímica, fitoquímica y funcional de la harina de Khaya y Oca (*Oxalis tuberosa*) para uso industrial (Trabajo de Titulación) (Ingeniera en Industrias Alimentarias) [en línea]. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Agrarias. Huancayo – Perú. 2017. pp. 8-12. [Consulta: 2022-12-11]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1221>

BUITRAGO AGUIRRE, Nataly, & CANCELADO VERGARA, Daniela. Evaluación del extracto de té verde *Camellia sinensis* como agente antioxidante en la elaboración de salchicha Frankfort (Trabajo de grado) (Ingeniera en Alimentos) [en línea]. Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería. Bogotá - Colombia. 2015. pp. 3-29. [Consulta: 2022-12-10]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/13/

CALIXTO, David, & LAZO, Gonzalo. Harina de oca (*Oxalis tuberosa*) como sustituto parcial de la harina de trigo para la elaboración de galleta edulcorada con stevia (*Stevia rebaudina*) (Tesis) (Ingeniero Agroindustrial). Universidad nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ciencias Agrarias. Huánuco – Perú. pp. 12-22. [Consulta: 2022-12-18]. Disponible en: <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/1680>

CARRIÓN, Lucero. Obtención de almidón y glucosa a partir de la oca (*Oxalis Tuberosa*) por hidrólisis ácida y su cinética de extracción (Tesis de Grado) (Ingeniero Agroindustrial) [en línea]. Universidad Nacional Del Altiplano. Puno – Perú. 2018. pp. 50-55. [Consulta: 2022-12-20]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_30f9614c00bcde32b558d3d74063fd70

CASTAÑETA, Grover, CASTAÑETA, Ruddy, & PEÑARRIETA, Mauricio. “Cambios FÍSICOQuímicos por exposición a la radiación solar en tubérculos de *Oxalis tuberosa*, "oca" cultivados en Bolivia”. *Revista Boliviana de Química* [en línea], 2022, (Bolivia) 39 (2), pp. 44-55. [Consulta: 2022-12-16]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4263/426372588003/html/>

CHEN, Hui, et al. “Developing edible starch film used for packaging seasonings in instant noodles”. *Foods* [en línea], 2021, 10, pp. 1-9. [Consulta: 2022-12-18]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/12/3105#B29-foods-10-03105>

CHUIZA, Marco, RODRÍGUEZ, Adriana, & BRITO, Hanníbal. “Producción de láminas de plástico biodegradables a partir del almidón de arracacia xanthorrhiza”. *Revista Científica Domingo de las Ciencias* [en línea], 2020, (Ecuador) 6 (2), pp. 981-994. [Consulta: 2022-12-19]. ISSN: 2477-8818. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7504271>

CLAVIJO, Neidy, & PÉREZ, Manuel. “Tubérculos andinos y conocimiento agrícola local en comunidades rurales de Ecuador y Colombia, Cuadernos de Desarrollo Rural [en línea], 2014, (Colombia) 11 (74), pp. 149-166. [Consulta: 2022-12-13]. ISSN 0122-1450. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-14502014000200008

CORNEJO, Carmen. Evaluación de variables cuantitativas y cualitativas de tubérculos frescos y asoleados de diez clones de oca (*oxalis tuberosa molina*) en el centro experimental k'iphak'iphani (Tesis de Grado) (Ingeniera Agronómica) [en línea]. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz - Bolivia. 2016. pp. 4-18. [Consulta: 2022-12-12]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/10529>

COX, Kieran, et al. “Supplementary materials for human consumption of microplastics”. Sociedad Química Estadounidense [en línea], 2019, pp. 1-6. [Consulta: 2022-12-23]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/286783477.pdf>

CUEVAS, Zujey. Obtención y caracterización de almidones termoplásticos obtenidos a partir de almidones injertados con poliésteres biodegradables (Tesis de Grado) (Doctor en Ciencias Materiales Poliméricos) [en línea]. Centro de Investigación Científica de Yucatán, Postgrado en Materiales Poliméricos. Yucatán – México. 2017. pp. 13-20. [Consulta: 2022-12-16]. Disponible en: https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/466/1/PCM_D_Tesis_2017_Cuevas_Zujey.pdf

DONOSO, Cecilia, & VILLEGAS, Erika. Estudio de la oca rosada (*Oxalis Tuberosa*) y su uso diverso en la repostería en la ciudad de Guayaquil (Trabajo de Titulación) (Licenciatura en Gastronomía) [en línea]. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Carrera Licenciatura en Gastronomía. Guayaquil - Ecuador. 2018. pp. 4-19. [Consulta: 2022-12-16]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35875/1/TESIS%20Gs.%20297%20-%20Estudio%20de%20la%20oca%20rosada%20su%20uso%20reposter%3%ada.pdf>

ESCALANTE, Verónica. Diagnóstico de insectos plaga en el cultivo de la oca (*Oxalis tuberosa mol.*) en el antiplano norte, provincia Camacho, La Paz (Tesis de Grado) (Ingeniera Agrónoma) [en línea]. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz – Bolivia. 2015. [Consulta: 2022-12-12]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5879/T-2108.pdf?sequence=1>

ESCALES, Carme, MASSOT, Dolors, & ARREGUI, Vicente. *El gran libro del té* [en línea]. Integral, 2019. [Consulta: 2022-12-21]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=NIZODwAAQBAJ&pg=PA84&lpg=PA84&dq=a+que+s+e+refiere+%E2%80%9C5+o%C2%B4clock+Tea%E2%80%9D&source=bl&ots=HZVV8scQ3>

n&sig=ACfU3U1Kv1opHapi64SMjwYTCj9lzbSaoA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwixlruagtD8AhXZkmoFHUgBAAtQQ6AF6BAgdEAM#v=onepage&q=a%20que%20se%20refiere%20%E2%80%9C5%20o%C2%B4clock%20Tea%E2%80%9D&f=false

ESPINOSA, Patricio, et al. *Raíces y tubérculos andinos cultivos marginados en el Ecuador. Situación actual y limitaciones para la producción* [en línea]. Quito - Ecuador: Ediciones Abya-Yala, 1996. [Consulta: 2022-12-10]. Disponible en: https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1421&context=abya_yala

FAO. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación* [en línea]. Roma - Italia : Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2007. [Consulta: 2022-12-22]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a1200s/A1200S.pdf>

GARCÍA, Aída. Obtención de aceites comestibles a partir de nuevas semillas de girasol enriquecidas en fitoesteroles (Tesis Doctoral) [en línea]. Universidad Pablo de Olavide Sevilla, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Sevilla – España. 2019. pp. 19-29. [Consulta: 2022-12-14]. Disponible en: <https://rio.upo.es/xmlui/bitstream/handle/10433/7571/garcia-gonzalez-tesis-19-20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GARCÍA, Alma. Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz (Informe Final de Investigación) [en línea]. Escuela Especializada en Ingeniería Itca – Fepade, Dirección de Investigación y Proyección Social, Programa de Investigación Aplicada. Santa Tecla- El Salvador. 2015. pp. 13-19. [Consulta: 2022-12-15]. Disponible en: <https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2015-Obtencion-de-un-polimero-biodegradable.pdf>

GONZALES, Silvia, et al. *Producción de Oca (Oxalis tuberosa), Papalisa (Ullicus tuberosus) e Isaño (Tropaeolum tuberosum): avances en la investigación del manejo Agronómico* [en línea]. Cochabamba - Bolivia : Área Temática RRG (Recursos Genéticos) - Fundación PROINPA, 2003. [Consulta: 2022-12-17]. Disponible en: <https://docplayer.es/76298005-Produccion-de-oca-oxalis-tuberosa-papalisa-ullucus-tuberosus-e-isano-tropaeolum-tuberosum-importancia-zonas-productoras-manejo-y-limitantes.html>

GUALACATA, Norma. Evaluación de la producción de cuatro líneas promisorias de oca (Oxalis tuberosa) en aprovechamiento de diferentes niveles de abonadura orgánica en el sector La Esperanza, provincia Imbabura (Tesis de Grado) (Ingeniera Agrónoma) [en línea]. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica, Sede el Ángel Provincia del Carchi. El Ángel – Ecuador. 2015. pp. 20-30. [Consulta: 2022-12-

07]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/740/T-UTB-FACIAG-AGR-000144.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GUALOTO, Jaqueline. Evaluación nutricional de la oca, mashua, quinua y avena para su uso en la elaboración de muesli (Trabajo de Titulación) (Ingeniera en Industrias Pecuarias) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba - Ecuador. 2021. pp. 3-8. [Consulta: 2022-12-12]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15542/1/27T00495.pdf>

GUERRERO, Alvaro. Estudio de factibilidad para el procesamiento de aceite de girasol (*Helianthus annuus*) en el cantón Urcuquí y su comercialización a nivel nacional (Trabajo de grado) (Ingeniero en Agronegocios) [en línea]. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Escuela de Ingeniería en Agronegocios, Avalúos y Catastros. Ibarra – Ecuador. 2016. pp. 10-22. [Consulta: 2022-12-13]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6847/1/03%20AGN%20019%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

GUEVARA, Christopher. Caracterización y evaluación de la actividad antimicrobiana de una cubierta biodegradable de almidón de yuca enriquecida con aceite esencial de lavanda *Lavandula angustifolia* mill (Informe de Integración Curricular) (Ingeniero Biotecnólogo) [en línea]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Carrera de Biotecnología. Ambato - Ecuador. 2022. pp. 5-216. [Consulta: 2022-12-15]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36568>

HERNANDEZ, Laura, et al. “Plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea”. *Environmental Science & Technology* [en línea], 2019, (Canadá), 53, pp. 3-9. [Consulta: 2022-12-15]. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.9b02540>

HOLGUÍN, Juan. Obtención de un bioplástico a partir de almidón de papa (Proyecto de Grado) (Ingeniero Químico) [en línea]. Fundación Universidad de América, Facultad de Ingenierías, progrAma de Ingeniería Química. Bogotá – Colombia. 2019. pp. 24-35. [Consulta: 2022-12-10]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7388/1/6132181-2019-1-IQ.pdf>

INEC. *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua* [en línea]. Quito - Ecuador: 2021. [Consulta: 2022-12-17]. Disponible en:

https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC_2021.pdf

NTE INEN 2635:2012. *Norma Técnica Ecuatoriana. Método de ensayo para las propiedades de tracción de láminas plásticas delgadas.*

INIAP. *Análisis químico y físico de muestras de alimentos.* Quito - Ecuador: Instituto nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2022. [Consulta: 2022-12-14]. Disponible en: <https://www.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2022/06/Laboratorio-de-Nutricio%CC%81n-y-Calidad-de-Alimentos.pdf>

INGA, Alisson, & MONTOYA, Linda. Efecto del consumo de té verde (*Camellia Sinensis*) sobre el nivel de colesterol en comerciantes con sobrepeso y obesidad del mercado El Trébol, 2020 (Tesis de Titulación) (Licenciada en Nutrición) [en línea]. Universidad César Vallejo, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Nutrición. Lima – Perú. 2020. pp. 2-18. [Consulta: 2022-12-26]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56745/Inga_TAG-Montoya_CLGK-SD.pdf?sequence=1

MARÍN, Marco. La evolución de la historia del té y su impacto en el arte wabi sabi noción no-representacional de la experiencia estética japonesa (Tesis de Grado) (Licenciado de Teoría e Historia del Arte) [en línea]. Universidad de Chile, Facultad de Artes, Departamento de Teoría e Historia de las Artes. Santiago, Chile. 2008. pp. 10-15. [Consulta: 2022-12-24]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/101451>

MOSQUERA, Diana. Estudio de la obtención de la harina de oca blanca (*Oxalis tuberosa*) y su aplicación en la elaboración de pan de molde por su sustitución parcial de la harina de trigo [en línea]. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito - Ecuador. 2015. pp. 20-24. [Consulta: 2022-12-16]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14283/1/62182_1.pdf

MOYA, Marco. Conservación de la oca como patrimonio alimentario en el Cantón Píllaro Parroquia La Matriz (Proyecto de Investigación) (Licenciado en Arte Culinario y Administración de Empresas de Alimentos y Bebidas) [en línea]. Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Hospitalidad, Arte Culinario y Turismo. Quito - Ecuador. 2017. pp. 16-22. [Consulta: 2022-12-24]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6952/1/135968.pdf>

MUSCAT, D, ADHIKARI, B, & CHAUDHARY, D.S. “Comparative study of film forming behaviour of low and high amylose starches using glycerol and xylitol as plasticizers”. Journal of Food Engineering [en línea], 2012, (Australia) 109 (2), pp. 189-201. [Consulta: 2022-12-13]. Disponible en: <https://sci-hub.se/http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.10.019>

OCAÑA, Ivan. Caracterización FÍSICOQuímica, nutricional y reológica de cultivos andinos infrutilizados. Ambato, Tungurahua, Ecuador (Trabajo de Titulación) (Ingeniero en Alimentos) [en línea]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Carrera de Ingeniería en Alimentos. Ambato – Ecuador. 2019. pp. 11-16. [Consulta: 2022-12-14]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30002/1/AL%20707.pdf>

PAUCAR, Delia. Evaluación de la diversidad genética a nivel morfológico de una población de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) del Distrito de Acoria Huancavelica (Tesis) (Ingeniero Agrónomo) [en línea]. Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía. Huancavelica - Perú. 2019. pp. 17-36. [Consulta: 2022-12-22]. Disponible en: <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c799812a-3af6-47b9-8480-558aba5f2818/content>

PAZMIÑO, Marving. Aprovechamiento de los principios activos del Yacón (*Smallanthus Sonchifolius*), para la elaboración de yogurt rico en FOS (Fructooligosacáridos) (Trabajo de Titulación) (Ingeniero Químico) [en línea]. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil - Ecuador. 2014. pp. 12-26. [Consulta: 2022-12-16]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7198/1/PAZMI%C3%91O.pdf>

PRADO, Carla. Registro de las tradiciones culinarias del cantón Riobamba, como patrimonio cultural inmaterial, 2015 (Trabajo de Titulación) (Licenciado en Gestión Gastronómica) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad Salud Pública, Escuela de Gastronomía. Riobamba - Ecuador. 2015. pp. 7-48. [Consulta: 2022-12-13]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/10120/1/84T00467.pdf>

PUMAYAULI, Gisela. Estudio comparativo de metales Arsénico, Manganeso, y Plomo de bolsas filtrantes de te verde y te negro comercializados en mercados y supermercados de Lima Metropolitana (Tesis) (Químico Farmacéutico y Bioquímico) [en línea]. Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica. 2017. Lima - Perú. pp. 13-15. [Consulta: 2022-12-15]. Disponible en:

http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/1563/TESIS_GISELA%20JANETH%20PUMAYAULI%20ESTANISLADO.pdf?sequence=2&isAllowed=y

RODRÍGUEZ, José. Estudio de la Óxalis Tuberosa variedad amarilla en el cantón Guano y desarrollo de propuesta culinaria (Proyecto de Titulación) (Licenciatura en Gastronomía) [en línea]. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil - Ecuador. 2018. pp. 24-29. [Consulta: 2022-12-13]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/41816/1/PROYECTO%20FINAL%20CORREGIDO%20JOSE%20LUIS%20RODRIGUEZ.pdf>

ROJAS, Angela. Plantas medicinales en el manejo de enfermedades oculares (Trabajo de Grado) (Optómetra) [en línea]. Universidad de la Salle, Facultad de Optometria. Bogotá - Colombia. 2007. pp. 25-37. [Consulta: 2022-12-10]. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1196&context=optometria>

ROMERO, Hugo, et al. Agrobiodiversidad y conservación ex situ del tubérculo andino “Oca” (Oxalis Tuberosa) en el Jardín Botánico Yachay [en línea]. San Miguel de Urucuquí – Ecuador. 2017. [Consulta: 2022-12-17]. Disponible en: <https://www.yachaytech.edu.ec/evento/agrobiodiversidad-conservacion-ex-situ-del-tuberculo-andino-oca-oxalis-tuberosa-jardin-botanico-yachay/>

RUIZ, Gladys. “Obtención y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca”. Ingeniería y Ciencia [en línea], 2006, (Colombia) 2 (4), pp. 5-28. [Consulta: 2022-12-19]. ISSN 1794-9165. Disponible en: <https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/14550/document%20%283%29.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

RUIZ, José, et al. *Requerimientos agroecológicos de cultivos* [en línea]. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIFAP) y Campo Experimental Centro Altos de Jalisco (CIRPAC), 2013. [Consulta: 2022-12-18]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Ruiz-Corral/publication/343047223_REQUERIMIENTOS_AGROECOLOGICOS_DE_CULTIVOS_2da_Edicion/links/5f1310e04585151299a4c447/REQUERIMIENTOS-AGROECOLOGICOS-DE-CULTIVOS-2da-Edicion.pdf

SÁENZ, Santiago. Hay mucho que investigar en las raíces y tubérculos andinos. Revista de Medicina Veterinaria [en línea], 2019, (Colombia) 1 (38), pp. 7-13. [Consulta: 2022-12-15]. ISSN

2389-8526. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542019000100007

SANZ, Lorea, et al. “Plantas Medicinales: Naturales pero no Inocuas (Parte 2)”. Boletín de Información Farmacoterapéutica de Navarra [en línea], 2019 (España) 27 (3) pp. 1 - 13. [Consulta: 2022-12-14]. ISSN 1138-1043. Disponible en: https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/6AC8EE4A-89F8-4E27-B04C-BB36E81B77A2/453374/Bit_v27n4.pdf

SISA, Mónica. Obtención de harina de arroz (*Oryzae sativa* L.) y su aplicación en la elaboración de papel comestible para la empresa la industria harinera S.A. [en línea]. . Quito - Ecuador. 2014. pp. 7-13. [Consulta: 2022-12-15]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5129/1/58945_1.pdf

SUÁREZ, Sara. El problema de los plásticos de un sólo uso en España: situación actual y estrategias futuras (Memoria del Trabajo Fin de Grado) (Administración y Dirección de Empresas) [en línea]. Universidad de La Laguna, Facultad de Economía, Empresa y Turismo. La Laguna - España. 2019. pp. 6-15 . [Consulta: 2022-12-15]. Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/15465/El%20problema%20de%20los%20plasticos%20de%20un%20solo%20uso%20en%20Espana%20situacion%20actual%20y%20estrategias%20futuras..pdf?sequence=1>

SUÁREZ, Mercedes, & SALDAÑA, Ana. Cocina de autor: elaboración de veinte y cuatro platos en base a la mashua, melloco y oca (Monografía de Titulación) (Licenciada en Gastronomía y Servicios de Alimentos y Bebidas) [en línea]. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias de la Hospitalidad, Carrera de Gastronomía. Cuenca - Ecuador. 2013. pp. 38-52. [Consulta: 2022-12-15]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3700>

SURCO, Felipe. Caracterización de almidones aislados de tubérculos andinos: Mashua (*Tropaeolum tuberosum*), Oca (*Oxalis tuberosa*), Olluco (*Ullucus tuberosus*) para su aplicación tecnológica (Tesis de Grado) (Magister en Ciencias de los Alimentos) [en línea]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Unidad de Postgrado. Lima - Perú. 2004. pp. 9-27. [Consulta: 2022-12-10]. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/2588/Surco_lf.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VALDIVIA, Grover, et al. “Desarrollo y producción de oca (*Oxalis tuberosa*) e Isaño (*Tropaeolum tuberosum*) bajo dos niveles de fertilización”. *Revista Latinoamericana de la Papa* [en línea], 1999, (Bolivia) 11, pp. 121-135. [Consulta: 2022-12-11]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5512081.pdf>

VARGAS, Verónica. Elaboración de té aromático a base de plantas cedrón (*aloesiacitrodora*) y toronjil (*mellisaofficinalis*) procesado con stevia (*steviarebaudiana bertonii*) endulzante natural, utilizando el método de deshidratación (Tesis de Grado) (Ingeniera Agroindustrial) [en línea]. Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Latacunga - Ecuador. 2012. pp. 13 – 41. [Consulta: 2022-12-13]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/720>

VELÁSQUEZ, Frank, & VELEZMORO, Carmen. “Propiedades reológicas y viscoelásticas de almidones de tubérculos andinos”. *Scientia Agropecuaria* [en línea], 2018, (Perú) 9 (2), pp. 189 – 197. [Consulta: 2022-12-11]. ISSN 2077-9917. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172018000200003

VILLACRÉS, Elena, QUELAL, María Belén, & ALVAREZ, Javier. *Nutrición, procesamiento y gastronomía de raíces y tubérculos andinos en Ecuador* [en línea]. Quito – Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, 2013. [Consulta: 2022-12-21]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2816/1/iniapsc302.pdf>

YENQUE, Jujo, et al. “Caracterización y determinación de ecotipos de oca (*oxalis tuberosa*), para el procesamiento de harinas en la Quebrada de Ancash, distrito y provincia de Yungay, Región Ancash”. *Revista de Investigación Industrial Data* [en línea], 2007, (Perú) 10 (1), pp. 7-10. [Consulta: 2022-12-26]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81610102.pdf>

YUNGÁN, Álvaro. Efecto del método de extracción del almidón de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.) en las características físico-químicas y reológicas (Trabajo de Titulación) (Ingeniero en Alimentos) [en línea]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Carrera de Ingeniería en Alimentos. Ambato – Ecuador. 2015. pp. 6-15. [Consulta: 2022-12-19]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/15884>

ZACHARA, Alicja, GALKOWSKA, Dorota, & JUSZCZAK, Leslaw. “Contamination of tea and tea infusion with polycyclic aromatic hydrocarbons”. *International Journal of Environmental*

Research and Public Health [en línea], 2017, (Polonia) 1, pp. 15. [Consulta: 2022-12-16].
Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/1/45>



ANEXOS

ANEXO A: EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE OCA



a)



b)



c)



d)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA ELABORADO POR:	“EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE OCA”								
Oca lavada. Pesado de oca Oca lavada. Trozado de oca.	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Aprobado</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Preliminar</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Certificado</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Por Aprobar</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Información</td> <td style="border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Preliminar	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar	<input type="checkbox"/> Información	<input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar	Jessica Paulina Alvarez Infante	LÁMINA	ESCALA	FECHA
<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Preliminar										
<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar										
<input type="checkbox"/> Información	<input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar										
			1	1:1	2023/01/30						

ANEXO B: EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE OCA



e)



f)



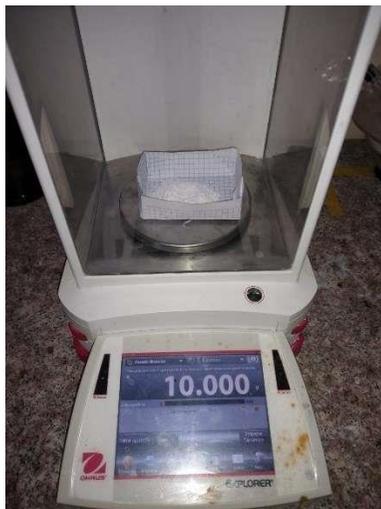
g)



h)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA ELABORADO POR:	“EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE OCA”		
Licuado de Oca Filtrado de almidón de Oca Sedimentado de almidón de Oca Secado de almidón de Oca	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar	Jessica Paulina Alvarez Infante	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			2	1:1	2023/01/30

ANEXO C: PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS DE ALMIDÓN DE OCA



i)



j)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA ELABORADO POR:	“PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS DE ALMIDÓN DE OCA”								
Pesado de almidón de oca. Almacenamiento de almidón de Oca	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar		Jessica Paulina Alvarez Infante	<table border="1"> <tr><th>LÁMINA</th></tr> <tr><td>3</td></tr> </table>	LÁMINA	3	<table border="1"> <tr><th>ESCALA</th></tr> <tr><td>1:1</td></tr> </table>	ESCALA	1:1	<table border="1"> <tr><th>FECHA</th></tr> <tr><td>2023/01/30</td></tr> </table>	FECHA
LÁMINA											
3											
ESCALA											
1:1											
FECHA											
2023/01/30											

ANEXO D: PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS DE ALMIDÓN DE OCA



a)



b)



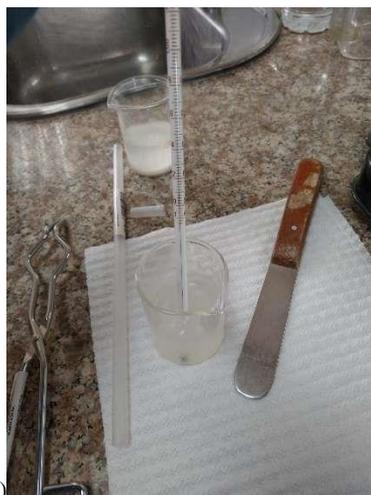
c)



d)

<p>NOTAS:</p> <p>Probeta vacía para prueba de densidad Prueba de densidad aparente de almidón de Oca Densidad compacta de almidón de oca pH de almidón de Oca</p>	<p>CATEGORIA DEL DIAGRAMA:</p> <p> <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar </p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA ELABORADO POR:</p> <p>Jessica Paulina Alvarez Infante</p>	<p>“PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS DE ALMIDÓN DE OCA”</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">LÁMINA</th> <th style="width: 25%;">ESCALA</th> <th style="width: 25%;">FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">1:1</td> <td style="text-align: center;">2023/01/30</td> </tr> </tbody> </table>	LÁMINA	ESCALA	FECHA	4	1:1	2023/01/30
LÁMINA	ESCALA	FECHA							
4	1:1	2023/01/30							

ANEXO E: PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS DE ALMIDÓN DE OCA



a)



b)



c)



d)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA ELABORADO POR:	“PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS DE ALMIDÓN DE OCA”								
Materiales para prueba de viscosidad Pesado de almidón de Oca (Materia Prima) Elaboración de gel para obtener la viscosidad Medición de viscosidad con el Viscosímetro	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Aprobado</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Preliminar</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Certificado</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Por Aprobar</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Información</td> <td style="border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Preliminar	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar	<input type="checkbox"/> Información	<input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar	Jessica Paulina Alvarez Infante	LÁMINA	ESCALA	FECHA
<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Preliminar										
<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar										
<input type="checkbox"/> Información	<input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar										
			5	1:1	2023/01/30						

ANEXO F: PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS DE ALMIDÓN DE OCA



e)



f)



g)



h)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA ELABORADO POR:	“PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS DE ALMIDÓN DE OCA”								
Prueba de gelatinización. Medición de tamaño de granulo del almidón de oca Determinación de granulo del almidón de Oca Crisol tarado	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Aprobado</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Preliminar</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Certificado</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Por Aprobar</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Información</td> <td style="border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Preliminar	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar	<input type="checkbox"/> Información	<input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar	Jessica Paulina Alvarez Infante	LÁMINA	ESCALA	FECHA
<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Preliminar										
<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar										
<input type="checkbox"/> Información	<input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar										
			6	1:1	2023/01/30						

ANEXO G: PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS DE ALMIDÓN DE OCA



a)



b)



c)



d)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA ELABORADO POR: Jessica Paulina Alvarez Infante	“PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS DE ALMIDÓN DE OCA”						
Residuos de calcinación Sensibilidad del almidón de oca Contenido de humedad Pesado de almidón de oca	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">LÁMINA</th> <th style="text-align: center;">ESCALA</th> <th style="text-align: center;">FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">1:1</td> <td style="text-align: center;">2023/01/30</td> </tr> </tbody> </table>	LÁMINA	ESCALA	FECHA	7	1:1	2023/01/30
LÁMINA	ESCALA	FECHA							
7	1:1	2023/01/30							

ANEXO H: ELABORACIÓN DE BIOBOLSA A PARTIR DE ALMIDÓN DE OCA



a)



b)



c)



d)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA ELABORADO POR:	“ELABORACIÓN DE BIOBOLSA A PARTIR DE ALMIDÓN DE OCA”		
Elaboración de la biobolsa de almidón de Oca Biobolsa a partir de almidón de Oca Biobolsas obtenidas Biobolsa de almidón de oca	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar	Jessica Paulina Alvarez Infante	LÁMINA	ESCALA	FECHA
			8	1:1	2023/01/30

ANEXO I: PRUEBAS FÍSICOQUÍMICAS A LA BOLSA DE ALMIDÓN DE OCA



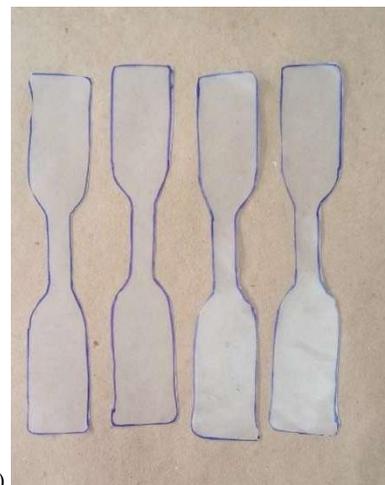
e)



f)



g)



h)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA ELABORADO POR:	“PRUEBAS FÍSICOQUÍMICAS A LA BOLSA DE ALMIDÓN DE OCA”		
Humedad de las láminas de almidón de oca. Solubilidad de las láminas de almidón de Oca. Tubos de ensayo con sílice gel Probetas tipo A	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		Jessica Paulina Alvarez Infante	9	1:1	2023/01/30

ANEXO J: PRUEBAS FÍSICOQUÍMICAS A LA BOLSA DE ALMIDÓN DE OCA



i)



j)



k)



l)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA ELABORADO POR:	“PRUEBAS FÍSICOQUÍMICAS A LA BOLSA DE ALMIDÓN DE OCA”								
Tracción de la probeta Espesor de la lámina de almidón de Oca Biobolsa en agua caliente Agua con biobolsa de almidón de oca desintegrada	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Aprobado</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Preliminar</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Certificado</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Por Aprobar</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/> Información</td> <td style="border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Preliminar	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar	<input type="checkbox"/> Información	<input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar	Jessica Paulina Alvarez Infante	LÁMINA	ESCALA	FECHA
<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Preliminar										
<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar										
<input type="checkbox"/> Información	<input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar										
			10	1:1	2023/01/30						

ANEXO K: PRUEBAS FÍSICOQUÍMICAS A LA BOLSA DE ALMIDÓN DE OCA



m)



n)



o)



p)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA ELABORADO POR:	“PRUEBAS FÍSICOQUÍMICAS A LA BOLSA DE ALMIDÓN DE OCA”		
Té verde colocada en biobolsa Biobolsa con Té verde Comprobación de disolución de biobolsa dentro de agua caliente Disolución de biobolsa de almdón de oca con Té verde	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por Calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		Jessica Paulina Alvarez Infante	11	1:1	2023/01/30

ANEXO L: ANÁLISIS DE AMILOSA Y AMILOPECTINA

MC-LSAIA-2201-06

	<p>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1, CutagaguaTifs, 2690691-3007134, Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340</p>	
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 22-088

**NOMBRE PETICIONARIO:	Srta. Jessica Paulina Álvarez	**INSTITUCIÓN:	ESPOCH
**DIRECCIÓN:	Riobamba	**ATENCIÓN:	Srta. Jessica Paulina Álvarez
FECHA DE EMISIÓN:	10/08/2022	FECHA DE RECEPCIÓN.:	28/07/2022
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 28 de julio al 10 de agosto del 2022	HORA DE RECEPCIÓN:	15h00
		ANÁLISIS SOLICITADO:	Amilosa

ANÁLISIS	HUMEDAD	AMILOSA ^Ω	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-04	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	Morrison y Laignelet 1983	
UNIDAD	%	%	
22-0463	18,26	30,50	Almidon de Oca

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME



**IVAN RODRIGO
SAMANIEGO
MAYORA**

Dr. MSc. Iván Samaniego
RESPONSABLE TÉCNICO



**BLADIMIR
EFRAIN ORTIZ
RAMOS**

Ing. Bladimir Ortiz
RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. La información entregada por el cliente y generada durante las actividades de laboratorio es de carácter confidencial, esta dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo puede ser usada por este. Los datos marcados con ** son suministrados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza por esta información.

ANEXO M: ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS DE ALMIDÓN DE OCA



CÓDIGO:233-21

CLIENTE: Sta. Paulina Alvarez

TIPO DE MUESTRA: ALMIDÓN DE OCA (Oxalis tuberosa)

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 de Mayo del 2022

FECHA DE MUESTREO: 18 de Mayo del 2022

EXAMEN FISICO

COLOR: Característico

OLOR: Característico

ASPECTO: Normal, libre de material extraño

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Proteína	%	INEN 1670	0.40
Fibra	%	-	0.51
Coliformes totales	UFC/ g	Siembra en masa	Ausencia
Mohos y Levaduras	UFC/ g	Siembra en masa	Ausencia

RESPONSABLE:

Dra. Gina Álvarez R.

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*La muestra es receptada en laboratorio.

ANEXO N: ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS DE ALMIDÓN DE OCA



CÓDIGO 295-21

CLIENTE: Sta. Paulina Alvarez			
DIRECCIÓN: Riobamba		TELÉFONO: 065 899 1145	
TIPO DE MUESTRA: BIOBOLSA A BASE DE ALMIDÓN DE OCA (Oxalis tuberosa) PARA TÉ VERDE			
FECHA DE RECEPCIÓN: 08 de Agosto del 2022			
FECHA DE MUESTREO: 08 de Agosto del 2022			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Característico			
OLOR: Característico			
ASPECTO: Normal, libre de material extraño			
MARCA/ CÓDIFICACIÓN	PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
T01	Coliformes Totales UFC/ g	Siembra en masa	Ausencia
	Mohos y Levaduras UFC/ g	Siembra en masa	Ausencia
T02	Coliformes Totales UFC/ g	Siembra en masa	Ausencia
	Mohos y Levaduras UFC/ g	Siembra en masa	Ausencia
T03	Coliformes Totales UFC/ g	Siembra en masa	Ausencia
	Mohos y Levaduras UFC/ g	Siembra en masa	Ausencia
T04	Coliformes Totales UFC/ g	Siembra en masa	Ausencia
	Mohos y Levaduras UFC/ g	Siembra en masa	Ausencia
FECHA DE ANÁLISIS: 08 de Agosto del 2022			
FECHA DE ENTREGA : 15 de Agosto del 2022			
Atentamente:			
 RESPONSABLE Dra. Gina Álvarez R.			
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.			

ANEXO O: ENSAYOS DE LAS LÁMINAS DE ALMIDÓN

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 18 - 1	
N° 01	
SOLICITADO POR:	Jessica Paulina Alvarez Infante
PROYECTO DE TESIS:	*OBTENCIÓN DE UNA BIOBOLSA A BASE DE ALMIDÓN DE OCA (<i>Oxalis tuberosa</i>) PARA TE VERDE (<i>carollia sinensis</i>) soluble.
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS ESC. ING. QUÍMICA
TIPO DE MATERIAL:	BIOBOLSA A BASE DE ALMIDON DE OCA
MATERIAL:	LAMINA DE PLASTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2022 - 09
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635:012
FECHA DE ENSAYO:	19-sep-22
EQUIPO UTILIZADO: MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B	
MARCA: JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD	
SERIE: 7136	CERTIFICADO: LNM-F-201650006 CÓD IDENT: M2
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	T01-1
CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE
ESPEJOR [mm]	0.26
ANCHURA [mm]	11.67
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	3.03
MODULO DE ELASTICIDAD [MPa]	2.958.E+01
CARGA DE FLUENCIA [N]	4.70
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	1.55
CARGA MAXIMA [N]	7.33
ESFUERZO MAXIMO [MPa]	2.42
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	18.07
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:



Ing. Anibal Viñán B. MsC.
GERENTE DEL LABORATORIO
ENSAYO DE MATERIALES

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 18 - 1	
N° 02	
SOLICITADO POR:	Jessica Paulina Alvarez Infante
PROYECTO DE TESIS:	*OBTENCIÓN DE UNA BIOBOLSA A BASE DE ALMIDÓN DE OCA (Oxalis tuberosa) PARA TÉ VERDE (carmellia sinensis) soluble
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS ESC. ING QUÍMICA
TIPO DE MATERIAL:	BIOBOLSA A BASE DE ALMIDON DE OCA
MATERIAL:	LAMINA DE PLASTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2022 - 09
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635:012
FECHA DE ENSAYO:	19-sep-22
EQUIPO UTILIZADO:	MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B
MARCA:	JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD
SERIE:	7136
CERTIFICADO:	LNM-F-201650006
CÓD IDENT:	M2
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	T01-2
CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE
ESPEJOR [mm]	0.25
ANCHURA [mm]	11.67
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	3.03
MODULO DE ELASTICIDAD [MPa]	2.458.E+01
CARGA DE FLUENCIA [N]	4.70
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	1.55
CARGA MAXIMA [N]	5.33
ESFUERZO MAXIMO [MPa]	1.42
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	17.30
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:


 Ing. Anibal Viñan B. M.Sc.
 GERENTE DEL LABORATORIO
 ENSAYO DE MATERIALES

INFORME DE RESULTADOS	
ENSAYO DE TRACCIÓN	
Denominación: RG 18 - 1	
N° 03	
SOLICITADO POR:	Jessica Paulina Alvarez Infante
PROYECTO DE TESIS:	*OBTENCIÓN DE UNA BIOBOLSA A BASE DE ALMIDÓN DE OCA (Oxalis tuberosa) PARA TÉ VERDE (carmellia sinensis) soluble
DIRECCION:	ESPOCH - FAC. DE CIENCIAS ESC. ING. QUÍMICA
TIPO DE MATERIAL:	BIOBOLSA A BASE DE ALMIDON DE OCA
MATERIAL:	LAMINA DE PLASTICO
FECHA DE FABRICACIÓN:	2022 - 09
NORMA UTILIZADA:	NTE INEN 2635:012
FECHA DE ENSAYO:	19-sep-22
EQUIPO UTILIZADO: MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B	
MARCA: JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD	
SERIE: 7136	CERTIFICADO: LNM-F-201650006 CÓD IDENT: M2
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	T01-3
CARACTERÍSTICA	TRANSPARENTE
ESPESOR [mm]	0.26
ANCHURA [mm]	11.67
LONGITUD INICIAL [mm]	25.00
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	3.03
MODULO DE ELASTICIDAD [MPa]	2.358.E+01
CARGA DE FLUENCIA [N]	4.70
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	1.55
CARGA MAXIMA [N]	5.33
ESFUERZO MAXIMO [MPa]	1.42
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	17.00
OBSERVACIONES:	

Aprobado por:



Ing. Anibal Viñan B. MsC.
GERENTE DEL LABORATORIO
ENSAYO DE MATERIALES



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 30 / 03 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Jessica Paulina Alvarez Infante
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ingeniera Química
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

0430-DBRA-UPT-2023