



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto de Investigación
previo a la obtención del
título de Ingeniero Industrial.

Proyecto de Investigación

**DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PROCESAMIENTO DE ENVASES
BIODEGRADABLES A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DEL MAÍZ (ZEA MAYS).**

Autoras

Mera Intriago Yerlit Jamilex
Ibarra Ube Manderley Yokasta

Director del Proyecto de Investigación

Ing. MSc. Leonardo Baque Mite

Co-directora del Proyecto de Investigación

Ing. MSc. Azucena Bernal Gutiérrez

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2021



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Yerlit Jamilex Mera Intriago**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; **que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional**; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Yerlit Jamilex Mera Intriago

C.I.: 094026849-3



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Yokasta Manderley Ibarra Ube**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; **que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional**; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Yokasta Manderley Ibarra Ube

C.I.: 120674203-1



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. MSc. Leonardo Baque Mite, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante, **Yerlit Jamilex Mera Intriago y Yokasta Manderley Ibarra Ube**, realizaron el Proyecto de Investigación de grado titulado **“DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PROCESAMIENTO DE ENVASES BIODEGRADABLES A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DEL MAÍZ (ZEA MAYS)”**, previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Leonardo Baque Mite MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita, Ing. MSc. Azucena Bernal Gutiérrez, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante, **Yerlit Jamilex Mera Intriago y Yokasta Manderley Ibarra Ube**, realizaron el Proyecto de Investigación de grado titulado “**DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PROCESAMIENTO DE ENVASES BIODEGRADABLES A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DEL MAÍZ (ZEA MAYS)**”, previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Azucena Bernal Gutiérrez MSc.

CO-DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Ing. MSc. **Leonardo Baque Mite** Director Del Proyecto De Investigación titulado “**DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PROCESAMIENTO DE ENVASES BIODEGRADABLES A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DEL MAÍZ (ZEA MAYS)**”, me permito manifestar a usted y por intermedio al Consejo Académico de Facultad lo siguiente:

Que, las estudiantes **Yerlit Jamilex Mera Intriago** y **Yokasta Manderley Ibarra Ube**, egresadas de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, han cumplido con las correcciones, e ingresado su Proyecto de Investigación al sistema URKUND, tengo a bien de certificar la siguiente información sobre el informe del sistema anti plagio con un porcentaje de 1%.



Ing. Leonardo Baque Mite MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Ing. MSc. Azucena Bernal Gutiérrez Co-directora Del Proyecto De Investigación titulado “**DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PROCESAMIENTO DE ENVASES BIODEGRADABLES A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DEL MAÍZ (ZEA MAYS)**”, me permito manifestar a usted y por intermedio al Consejo Académico de Facultad lo siguiente:

Que, las estudiantes **Yerlit Jamilex Mera Intriago** y **Yokasta Manderley Ibarra Ube**, egresadas de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, han cumplido con las correcciones, e ingresado su Proyecto de Investigación al sistema URKUND, tengo a bien de certificar la siguiente información sobre el informe del sistema anti plagio con un porcentaje de 1%.



Ing. Azucena Bernal Gutiérrez MSc.

CO-DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PROCESAMIENTO DE ENVASES BIODEGRADABLES A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DEL MAÍZ (ZEA MAYS).

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial.

Aprobado por:

LUIS ENRIQUE MERA CHINGA
Firmado digitalmente por LUIS ENRIQUE MERA CHINGA
Fecha: 2021.12.03 08:14:59 -05'00'

Ing. Luis Enrique Mera Chinga MSc.

Presidente del Tribunal

MARISOL BETTY VELIZ AGUILAR
Firmado digitalmente por MARISOL BETTY VELIZ AGUILAR
Fecha: 2021.12.02 20:15:51 -05'00'

Ing. Marisol Betty Veliz Aguilar MSc.

Miembro del Tribunal



MERCEDES CLEOPATRA MOREIRA MENENDEZ
Firmado digitalmente por MERCEDES CLEOPATRA MOREIRA MENENDEZ

Ing. Mercedes Moreira Menéndez MSc.

Miembro del Tribunal

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

AÑO 2021

AGRADECIMIENTO

Al padre celestial a quien le debo mi existencia y razón de ser, porque día a día ha sido la luz, la guía, la fortaleza y la protección de mi caminar.

A mi amado padre Marcelo Ibarra con quien ya no cuento físicamente, pero si espiritualmente y a mi amada madre Kelly Ube quienes me otorgaron el placer de vivir una vida llena de amor incondicional, educación y de oportunidades, quienes me han acompañado en este largo camino y me han apoyado a cumplir cada una de mis metas.

A mis hermanos William y Liby Ibarra, que día a día me impulsan a seguir adelante, con su apoyo, sus palabras y su amor.

A mi abuela Ramona Palma y mis tías maternas Jenny y Helen Ube, mis otras madres que desde que tengo memoria siempre han velado por mi bienestar y han sido pilares importantes en mi vida, siempre demostrándome su amor y apoyo incondicional.

A mis compañeros que se convirtieron en mis más grandes amigos: Javier, Alberto, Karina, Orly, David, Alejandro, Nivaldo, Mabel, Yerlit y mis compañeros de la dirigencia estudiantil los cuales, durante esta etapa de nuestras vidas, me brindaron su apoyo, su hombro en circunstancias duras, su amistad en los buenos y malos momentos y sobre todo su gran cariño y aprecio, me enorgullece poder llamarlos mis amigos.

A mi alma mater, mi amada Universidad Técnica Estatal de Quevedo, mi otro hogar que me brindo la gran oportunidad de convertirme en un profesional, a mis estimados docentes: Ing. Leonardo Baque MSc, Ing. Rogelio Navarrete MSc, Ing. Manuel Ganchozo MSc, Ing. Azucena Bernal MSc e Ing., Danny Rivas porque durante todos estos años de proceso académico, me educaron y me guiaron no solo en el ámbito académico sino también como persona.

Yokasta Manderley Ibarra Ube

DEDICATORIA

Con mucho amor, a mi familia, en especial a mi madre que durante toda mi vida ha sido madre, padre y amiga, la luz de mi camino que día a día me ha apoyado incondicionalmente e impulsado a cumplir mis metas.

Yokasta Manderley Ibarra Ube

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a Dios por bendecirme todos los días, por darme fortaleza y guiarme para poder cumplir con mis metas.

A mis hermanos por ser ese apoyo constante, por darme ánimos cuando me he sentido abrumada, y por nunca faltar una sonrisa para alegrarme la vida, y a mis padres por el apoyo incondicional que siempre me han brindado, por ser mis compañeros en las largas madrugadas de estudio y en darme siempre sus inigualables consejos. Este logro es gran parte de ustedes que han podido concluir este gran proyecto que ha sido brindarme la mejor herencia, educación.

A mis amigos incondicionales Jamil, Holly, Gustavo, Elizabeth, Andrés que siempre estuvieron cerca para dar una mano amiga cuando lo necesitaba, que en el trayecto de este proceso se han ido sumando personas importantes a mi vida brindándome amor, alegría, experiencias y una hermosa amistad.

A mis estimados docentes que han sido excelentes profesionales, que no sólo nos han transmitido sus conocimientos académicos, también, sus valores y experiencias como grandes personas que buscan formar profesionales de bien. Aprovecho para dar mis sinceros agradecimientos al Ing. Leonardo Baque, Ing. Manuel León, Ing. Rogelio Navarrete, Ing. Patricio Alcocer, Ing. Washington Chiriboga, Lic. Inés Bajaña, Dr. Eduardo Díaz Ocampo por no sólo ser mis guías académicos, si no unos grandes amigos que siempre me apoyaron en cada idea, cada proyecto y me brindaron toda la ayuda para cumplirlos.

A Carlitos, nuestro eterno secretario FCI, porque en su estadía en este mundo me permitió conocer un alma bondadosa, alegre, que nos sacaba sonrisas y que siempre estuvo dispuesto a ayudarme. Y a mis queridos compañeros y amigos de la Dirigencia estudiantil, Jean Pierre, Marlon, Yokasta, Victor^{x2}, Angelita, Feraul, Hipólito, por brindarme su amistad, sus ocurrencias, por acogerme en un gran grupo de líderes que trabajan incansable por el bienestar de los demás.

Yerlit Jamilex Mera Intriago

DEDICATORIA

Dedico con mucho amor y admiración este logro a las personas que me aman y me han apoyado mucho en este proceso, en especial mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, me hicieron aprender que todo con esfuerzo y corazón se puede conseguir, muchos de mis logros se los debo a ustedes.

Yerlit Jamilex Mera Intriego

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

En el presente trabajo de titulación estuvo enfocado en el diseño de una línea de procesamiento de envases biodegradables a partir de subproductos del maíz (*Zea mays*).

La producción de plástico sigue siendo uno de los principales contaminantes a nivel mundial, así como también la inexistencia del aprovechamiento de los residuos naturales del maíz, los cuales para su eliminación causan problemas medioambientales con la emanación de CO₂ y daños en el suelo. Bajo este contexto la investigación plantea el objetivo de identificar la influencia del almidón de los residuos de maíz como materia prima en la elaboración de envases biodegradables con el fin de optimizar el proceso de producción mediante la simulación de varios escenarios.

Mediante la realización de la primera fase del estudio experimental y en base a diversos criterios se concluyó que el residuo con mejor rendimiento de almidón provenía de la tusa de maíz (a_0 , b_1) mediante el método de Nixtamalización. Dicho almidón fue mezclado con otros reactivos como agua destilada, ácido acético y glicerina para la obtención de láminas de bioplástico, del cual se generaron 8 unidades experimentales que fueron sometidas a análisis de densidad, humedad, ceniza y biodegradabilidad, con la finalidad de determinar cuál de ellos era el más aceptable de acuerdo a los criterios establecidos en normas como Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 542 y Norma ASTM D-5488D.

Posteriormente con la respectiva obtención del bioplástico fue posible la realización de una encuesta en la zona, donde se conoció la percepción del mercado sobre el producto, en base a aquello se realizó los estudios pertinentes incluyendo el tipo de maquinarias, la capacidad de producción, personal necesario y estudio financiero de la planta. Lo que permitió el diseño de la línea de producción y su optimización por medio de la herramienta de simulación 3D Flexsim.

Palabras claves: contaminación, maíz, proceso, biodegradable.

ABSTRACT AND KEYWORDS

In the present titling work was focused on the design of a processing line for biodegradable packaging from corn by-products (zea mays).

Plastic production continues to be one of the main pollutants worldwide, as well as the lack of use of natural corn residues, which for their elimination cause environmental problems with the emission of CO₂ and damage to the soil. In this context, the research aims to identify the influence of starch from maize residues as a raw material in the production of biodegradable packaging in order to optimize the production process by simulating several scenarios.

In carrying out the first phase of the experimental study and on the basis of several criteria, it was concluded that the residue with the best starch yield came from the tusa of maize (a00 b00) using the Nixtamalization method. This starch was mixed with other reagents such as distilled water, acetic acid and glycerin to obtain bioplastic sheets, from which 8 experimental units were generated that were subjected to density, humidity, ash and biodegradability analysis, in order to determine which of them was the most acceptable according to the criteria established in standards such as Ecuadorian Technical Standard INEN 2 542 and ASTM Standard D-5488D.

Subsequently, with the respective obtaining the bioplastic was possible to carry out a survey in the area, where he met the market's perception about the product, on the basis of what was relevant studies including the type of machinery, production capacity, necessary personnel and financial study of the plant. This allowed the design of the production line and its optimization through the Flexsim 3D simulation tool.

Keywords: pollution, corn, process, biodegradable.

Tabla de Contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	II
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	III
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	IV
CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
AGRADECIMIENTO.....	X
DEDICATORIA.....	XI
RESUMEN Y PALABRAS CLAVES.....	XII
CÓDIGO DUBLIN.....	XXX
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.Problema de investigación.....	3
1.1.1.Planteamiento del problema.....	3
1.1.2.Formulación del problema.....	7
1.1.3.Sistematización del problema.....	8
1.2.Objetivos.....	8
1.2.1.Objetivo general.....	8
1.2.2.Objetivos específicos.....	8
1.3.Justificación.....	9
CAPÍTULO II.....	10
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
2.1.Marco conceptual.....	11

2.1.1.Maíz.....	11
2.1.2.Producción de maíz.....	11
2.1.3.Subproductos del maíz.....	11
2.1.4.Almidón.....	11
2.1.5.Métodos de extracción del almidón de maíz.....	12
2.1.6.Aplicación industrial del almidón de maíz.....	12
2.1.7.Métodos para la obtención de almidón.....	12
2.1.8.Propiedades estructurales del almidón de maíz.....	13
2.1.9.Plastificantes.....	14
2.1.10.Envases biodegradables.....	15
2.1.11.Biopolímeros.....	15
2.1.12.Características de un bioplástico.....	15
2.1.13.Normas para la determinación de la biodegradabilidad de un bioplástico.....	16
2.1.14.Termoformado.....	17
2.1.15.Capacidad de producción.....	17
2.1.16.Diseño Industrial.....	17
2.1.17.Líneas de proceso.....	18
2.1.18.Diagrama de flujo de procesos.....	18
2.1.19.Diagrama de recorrido del proceso.....	21
2.1.20.Capacidad de producción.....	21
2.1.21.Tabla relacional de actividades.....	21
2.1.22.Fórmula de relación de actividades.....	21
2.1.23.Análisis FODA.....	22
2.1.24.¿Para qué sirve el análisis FODA?.....	22

2.1.25.Análisis PESTEL.....	22
2.1.26.Estudio de mercado.....	23
2.1.27.Segmentación del mercado.....	23
2.1.28.Macro y micro localización.....	23
2.1.29.Tamaño.....	23
2.1.30.Muestra.....	23
2.1.31.Fórmula para calcular el tamaño de la muestra.....	24
2.1.32.Oferta.....	24
2.1.33.Demanda.....	24
2.1.34.Encuesta.....	25
2.1.35.Método Guerchet.....	25
2.1.36.Estudio financiero de un proceso.....	25
2.1.37.Inversión inicial.....	25
2.1.38.Presupuesto.....	25
2.1.39.Costos.....	25
2.1.40.Gastos.....	26
2.1.41.Ingresos.....	26
2.1.42.Egresos.....	26
2.1.43.Flujo de efectivo.....	26
2.1.44.Punto de equilibrio de inversión.....	26
2.1.45.Indicadores de evaluación.....	27
2.1.46.(VAN) valor actual neto.....	27
2.1.47.(PCR) periodo de recuperación de capital.....	27
2.1.48.Tasa interna de retorno (TIR).....	27
2.1.49.Distribución de procesos.....	27

2.1.50.Herramientas para la distribución de procesos.....	28
2.1.51.Layout.....	28
2.1.52.AutoCAD.....	28
2.1.53.Simulación de procesos.....	28
2.1.54.Herramientas más usadas.....	29
2.1.55.FlexSim.....	29
2.1.56.Ventajas de usar FlexSim en los procesos.....	29
2.1.57.Tipos de uso del FlexSim.....	30
2.2.Marco Referencial.....	30
2.2.1.Diseño del proceso productivo de bandejas biodegradables a partir de fécula de maíz.....	30
2.2.2.Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz.....	31
2.2.3.Obtención de bioplástico a partir de almidón de maíz (zea mays).....	32
2.1.4.Diseño del proceso productivo de envases biodegradables a base de cascarilla de arroz y hojilla de algarrobo en la región Piura.....	33
CAPÍTULO III.....	34
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
3.1. Localización.....	35
3.1.1.Coordenadas.....	35
3.2.Tipos de investigación.....	35
3.2.1.Investigación explicativa.....	35
3.2.2.Investigación bibliográfica.....	35
3.2.3.Investigación descriptiva experimental.....	36
3.3.Métodos de investigación.....	36
3.3.1.Inductivo.....	36
3.3.2.Deductivo.....	36
3.3.3.Método descriptivo.....	36

3.3.4.Método Bibliográfico.....	37
3.3.5.Método cuantitativo.....	37
3.4.Fuentes de recopilación.....	37
3.4.1.Fuentes primarias.....	37
3.4.2.Fuentes secundarias.....	37
3.5.Diseño de la investigación.....	37
3.5.1.Diseño Experimental.....	37
3.5.2.Factores en estudio y niveles.....	38
3.5.3.Evaluación del rendimiento de la materia prima.....	38
3.6.Instrumentos de investigación.....	38
3.6.1.Diseño estadístico de la investigación.....	38
3.7.Tratamientos de la investigación.....	39
3.8.Talento humano, materiales y equipos.....	40
3.8.1.Talento humano.....	40
3.8.2.Materiales y equipos.....	40
3.8.3.Procedimiento Obtención del almidón.....	41
3.8.3.1.Primer tratamiento: Para cascara con molienda húmeda.....	41
3.8.3.2.Segundo tratamiento: Para cáscara con nixtamalización.....	42
3.8.3.3.Tercer tratamiento: Para tusa y molienda húmeda.....	43
3.8.3.4.Cuarto tratamiento: Para tusa y nixtamalización.....	43
3.8.4.Proceso de extracción de almidón de cáscara de maíz:.....	44
3.8.4.1.Nixtamalización.....	44
3.8.4.2.Molienda húmeda.....	44
3.8.5.Proceso de extracción de almidón del elote de maíz:.....	45
3.8.5.1.Nixtamalización.....	45
3.8.5.2.Molienda húmeda.....	45

3.8.6.Obtención bioplástica.....	45
3.8.7.Elaboración de envases.....	46
CAPÍTULO IV.....	47
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1. Influencia del almidón de los residuos de maíz como materia prima en la elaboración de envases biodegradables.....	48
4.1.2.Desarrollo experimental.....	48
4.1.3.Combinación de los tratamientos para la obtención.....	48
4.1.4.Proceso de obtención del almidón de los residuos de maíz (cáscara y elote).....	49
4.1.4.1. Diagrama de flujo de la obtención del almidón mediante Nixtamalización.....	49
4.1.4.2.Diagrama de flujo de la obtención del almidón mediante molienda húmeda.....	50
4.1.5.Cálculo del rendimiento, humedad y ceniza del proceso de extracción del almidón.....	51
4.1.5.1.Rendimiento de masa del proceso.....	51
4.1.5.2.Determinación de la humedad.....	54
4.1.5.3.Determinación de cenizas.....	57
4.1.6.Elaboración del bioplástico a base de residuos de maíz (Zea mays).....	61
4.1.6.1.Humedad del bioplástico.....	62
4.1.6.2.Espesor.....	65
4.1.6.3.Densidad.....	68
4.1.6.4.Biodegradabilidad.....	71
4.1.7.Balance de materia prima del proceso de obtención de láminas bioplásticas.....	74
4.1.8.Discusión.....	76
4.2.Diseño de una línea de producción para la elaboración de envases	

biodegradables a nivel industrial.....	78
4.2.1.Estudio de mercado.....	78
4.2.2.Análisis PESTEL.....	80
4.2.3.Análisis FODA.....	81
4.2.4.Localización.....	81
4.2.4.1.Macro localización.....	81
4.2.4.2.Micro localización.....	82
4.2.4.3.Segmentación del mercado.....	84
4.2.5.Población y muestra.....	85
4.2.5.1.Población.....	85
4.2.5.2.Muestra.....	86
4.2.6.Resultados de encuesta aplicada a habitantes de Quevedo.....	88
4.2.7.Demanda.....	102
4.2.8.Capacidad de Producción.....	105
4.2.9.Descripción de la línea de producción.....	107
4.2.9.1.Proceso para la obtención del almidón.....	107
4.2.9.2.Proceso para la elaboración del bioplástico y envase.....	109
4.2.10.Diagrama de recorrido del proceso de extracción mediante Nixtamalización.....	110
4.2.11.Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de las fundas bioplásticas.....	111
4.2.12.Diagrama de flujo de la elaboración de las fundas bioplásticas.....	112
4.2.13.Tecnología – Fichas técnicas de maquinarias.....	113
4.2.13.1.Insumos utilizados en la extracción del almidón mediante Nixtamalización.....	113
4.2.13.2.Proveedores de materia prima.....	114
4.2.13.3.Proveedores de plastificantes.....	114
4.2.13.4.Máquinas usadas en el proceso.....	115

4.2.14.Máquinas utilizadas en la elaboración de fundas biodegradables.....	118
4.2.15.Ficha técnica del diseño de la funda biodegradable.....	121
4.2.16.Tabla relacional de actividades.....	122
4.2.17.Método de Guerchet.....	123
4.2.18.Discusión.....	125
4.3.Análisis financiero sobre la implementación de la línea de producción de envases biodegradables.....	127
4.3.1.Inversión Total para la producción de envases biodegradables.....	127
4.3.2.Inversión inicial en activos fijos.....	128
4.3.3.Costos y gastos.....	129
4.3.4.Financiamiento.....	129
4.3.5.Costos de materia prima y mano de obra directa.....	130
4.3.6.Presupuesto de ingresos y ventas.....	131
4.3.7.Punto de equilibrio.....	132
4.3.8.Flujo de efectivo.....	132
4.3.9.Evaluación financiera.....	134
4.3.9.1.Plazo de recuperación del Capital (PRC).....	134
4.3.9.2.Cálculo de PRC.....	135
4.3.9.3.Estimación de la relación Beneficio/ Costo R (B/C).....	136
4.3.9.4.Cálculo de TIR (Tasa interna de retorno).....	137
4.3.9.5.Discusión.....	138
4.4.Optimización del proceso de producción mediante la simulación de varios escenarios.....	125
4.4.1.Layout de distribución de la Planta.....	139
4.4.2.Layout de distribución del área de producción.....	140
4.4.3.Simulación del proceso de producción primer escenarios.....	141
4.4.4.Simulación del proceso de producción segundo escenarios.....	142

4.4.5.Simulación del proceso de producción tercer escenarios.....	145
4.4.6.Cálculos para el tiempo de procesamiento por ítem.....	147
4.4.6.1.Maquinarias utilizadas en la extracción del almidón mediante nixtamalización.....	147
4.4.6.2.Proceso de lavado (lavadora industrial).....	147
4.4.6.3.Proceso de secado (secadora industrial).....	148
4.4.6.4.Proceso de cocción (marmita industrial).....	148
4.4.6.5.Proceso de filtrado (tamiz industrial).....	149
4.4.6.6.Proceso de molienda (tritadora industrial).....	150
4.4.6.7.Proceso de decantación (centrifugadora).....	150
4.4.6.8.Maquinarias utilizadas en la producción de fundas biodegradables.....	151
4.4.6.9.Proceso de mezclado (mezcladora industrial).....	151
4.4.6.10.Proceso de peletizado (peletizadora).....	151
4.4.6.11.Proceso de extrusión (Extrusora de film).....	152
4.4.6.12.Proceso de moldeo (termoformadora).....	152
4.4.6.13.Proceso de embalaje (máquina de embalaje).....	153
4.4.7.Discusión.....	154
CAPITULO V.....	155
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	155
5.1. Conclusiones.....	156
5.2.Recomendaciones.....	158
CAPITULO VI.....	159
BIBLIOGRAFÍA.....	159
6.1. Bibliografía.....	160
CAPITULO VII.....	166
ANEXOS.....	166

7.1. Anexos.....	167
-------------------------	------------

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Diagrama de Ishikawa	5
Gráfico 2: Localización de la planta en Google Maps	35
Gráfico 3: Diagrama de flujo de la obtención del almidón mediante Nixtamalización.....	49
Gráfico 4: Diagrama de flujo para la obtención del almidón mediante molienda húmeda	50
Gráfico 5: Rendimiento en obtención del almidón	52
Gráfico 6: Esquema de diferencias entre medias e intervalos de rendimiento vs.....	54
Gráfico 7: Niveles de humedad.....	55
Gráfico 8: Diferencia de medias e intervalos de humedad vs tratamiento	57
Gráfico 9: Porcentaje de cenizas del almidón	58
Gráfico 10: Diferencia de medias e intervalos de cenizas del almidón.....	60
Gráfico 11: Humedad del bioplástico.....	63
Gráfico 12: Diferencia de medias e intervalos del contenido de humedad bioplástico vs tratamiento.....	65
Gráfico 13: Espesor de láminas de bioplástico.....	66
Gráfico 14: Diferencia de medias e intervalos de espesor vs tratamiento	68
Gráfico 15: Densidad láminas de bioplástico	69
Gráfico 16: Diferencia de medias e intervalos de la densidad bioplástico vs tratamiento.....	71
Gráfico 17: Biodegradación láminas bioplástico	72
Gráfico 18: Diferencia de medias e intervalos de biodegradación vs tratamiento	74
Gráfico 19: Balance de materia prima de la obtención de láminas bioplásticas Balance de materia prima en la obtención de lámina bioplásticas.....	75
Gráfico 20: Participación de empresas en la fabricación de productos plásticos	78
Gráfico 21: Crecimiento interanual del sector fabricación de productos de caucho y plástico.....	79

Gráfico 22: Análisis PESTLE	80
Gráfico 23: Análisis FODA.....	81
Gráfico 24: Uso de suelo del cantón Quevedo	82
Gráfico 25: Ubicación óptima.....	83
Gráfico 26: Pirámide poblacional de Quevedo 2021.....	86
Gráfico 27: Género	88
Gráfico 28: Edad.....	89
Gráfico 29: Uso de envases plásticos	90
Gráfico 30: Uso de envases plásticos con mayor frecuencia	91
Gráfico 31: Frecuencia de uso	92
Gráfico 32: Cantidad de envases plásticos desechado	93
Gráfico 33: Fomentar el reciclaje	94
Gráfico 34: Transición del plástico convencional a bioplástico.....	95
Gráfico 35: Uso de envases biodegradables	96
Gráfico 36: Uso de envases biodegradables	97
Gráfico 37: Características de envases bioplásticos.....	98
Gráfico 38: Lugar de adquisición de envases biodegradables.....	99
Gráfico 39: Conocimiento de programa destinado a la producción de bioplástico. ...	100
Gráfico 40: Recibimiento de información	101
Gráfico 41: Capacidad de producción diaria.....	106
Gráfico 42: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de las fundas bioplásticas.	112
Gráfico 43: Layout de la planta.....	139
Gráfico 44: Layout área de producción	140
Gráfico 45: Simulación del proceso de producción (primer escenario - vista superior).	141
Gráfico 46: Simulación del proceso de producción (primer escenario - vista superior frontal).	142
Gráfico 47: Simulación del proceso de producción (segundo escenario - vista superior).	143
Gráfico 48: Simulación del proceso de producción (segundo escenario - vista superior frontal).	144
Gráfico 49: Simulación del proceso de producción (tercer escenario - vista	

superior).	145
Gráfico 50: Simulación del proceso de producción (tercer escenario - vista superior frontal).....	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Simbología del diagrama de flujo de procesos	18
Tabla 2: Descripción de los factores de estudio	38
Tabla 3: Estudio de varianza	39
Tabla 4: Propiedades del experimento	39
Tabla 5: Combinación de los tratamientos	40
Tabla 6: Normas para biodegradabilidad del plástico	40
Tabla 7: Equipos y materiales usados	41
Tabla 8: Descripción de los factores de estudio	48
Tabla 9: Combinación de los tratamientos	48
Tabla 10: Rendimiento en obtención del almidón	51
Tabla 11: ANOVA – Rendimiento.....	53
Tabla 12: Prueba Tukey – Rendimiento	53
Tabla 13: Determinación de la Humedad	55
Tabla 14: ANOVA - Humedad almidón.....	56
Tabla 15: Prueba Tukey - Humedad almidón	56
Tabla 16: Determinación de cenizas.....	58
Tabla 17: ANOVA - Cenizas del almidón	59
Tabla 18: Prueba Tukey – Cenizas del almidón	60
Tabla 19: Materiales y cantidad para la elaboración de bioplástico.....	61
Tabla 20: Muestras de réplicas de cada tratamiento.....	62
Tabla 21: Humedad del bioplástico.....	63
Tabla 22: ANOVA - Contenido de humedad	64
Tabla 23: Prueba Tukey - Humedad del bioplástico	64
Tabla 24: Determinación del espesor	66
Tabla 25: ANOVA – Espesor.....	67
Tabla 26: Prueba Tukey – Espesor	67
Tabla 27: Determinación de la densidad.....	69
Tabla 28: ANOVA – Densidad	70

Tabla 29: Prueba Tukey - Densidad bioplástico	70
Tabla 30: Determinación de la biodegradabilidad	72
Tabla 31: ANOVA – Biodegradabilidad	73
Tabla 32: Prueba Tukey – Biodegradabilidad.....	73
Tabla 33: Crecimiento interanual del sector fabricación de productos de caucho y plástico.....	79
Tabla 34: Exportaciones nacionales por año	80
Tabla 35: Microlocalización	83
Tabla 36: Segmentación del mercado.....	85
Tabla 37: Población proyectada cantón Quevedo.....	86
Tabla 38: Datos para el cálculo de la muestra	87
Tabla 39: Género	88
Tabla 40: Edad.....	89
Tabla 41: Uso de envases plásticos	90
Tabla 42: Uso de envases plásticos con mayor frecuencia.....	91
Tabla 43: Frecuencia de uso	92
Tabla 44: Cantidad de envases plásticos desechado	93
Tabla 45: Fomentar el reciclaje.....	94
Tabla 46: Uso de envases biodegradables	96
Tabla 47: Uso de envases biodegradables	97
Tabla 48: Características de envases bioplásticos.....	98
Tabla 49: Lugar de adquisición de envases biodegradables.....	99
Tabla 50: Conocimiento de programa destinado a la producción de bioplástico .	100
Tabla 51: Recibimiento de información	101
Tabla 52: Cálculo de la demanda	102
Tabla 53: Estimación de la demanda por el método de investigación de mercado	103
Tabla 54: Datos para estimación de la demanda por el método de investigación de mercado	104
Tabla 55: Población Objetivo	105
Tabla 56: Estimación de demanda inicial	105
Tabla 57: Demanda diaria, semanal, mensual y anual aproximada.	106
Tabla 58: Diagrama de recorrido extracción mediante Nixtamalización.	110

Tabla 59: Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de las fundas bioplásticas...	111
Tabla 60: Insumos utilizados en la extracción del almidón mediante Nixtamal.	113
Tabla 61: Proveedores de materia prima	114
Tabla 62: Proveedores de plastificantes	114
Tabla 63: Lavadora Industrial	115
Tabla 64: Secadora Industrial	115
Tabla 65: Marmita industrial	116
Tabla 66: Trituradora Industrial	116
Tabla 67: Tamiz Industrial	117
Tabla 68: Centrifugadora	117
Tabla 69: Mezcladora Industrial	118
Tabla 70: Peletizadora	118
Tabla 71: Extrusora	119
Tabla 72: Termoformadora	119
Tabla 73: Máquina de embalaje	120
Tabla 74: Ficha técnica del diseño de la funda biodegradable.	121
Tabla 75: Descripción de la tabla relacional	122
Tabla 76: Interpretación para la tabla relacional de actividades	122
Tabla 77: Tabla relacional de actividades	123
Tabla 78: Método de Guerchet	124
Tabla 79: Inversión total	127
Tabla 80: Inversión en activos fijos	128
Tabla 81: Inversión en maquinarias	128
Tabla 82: Proyección de gastos	129
Tabla 83: Financiamiento	129
Tabla 84: Carga financiera	130
Tabla 85: Carga financiera	131
Tabla 86: Proyección de ingresos	132
Tabla 87: Punto de equilibrio	132
Tabla 88: Flujo de efectivo	133
Tabla 89: Flujo de efectivo	134
Tabla 90: Plazo de recuperación del Capital (PRC)	134

Tabla 91: Flujo netal de caja acumulado	135
Tabla 92: Cálculo de PRC	135
Tabla 93: Estimación de la relación Beneficio/Costo.....	136
Tabla 94: Calculo de TIR (Tasa interna de retorno)	137
Tabla 95: Cálculo del VAN.....	137
Tabla 96: Indicadores TIR y VAN	138
Tabla 97: Datos para cálculos de tiempos en la extracción de almidón mediante nixtamalización	147
Tabla 98: Cálculo de tiempo en proceso de lavado	147
Tabla 99: Cálculo de tiempo en proceso de secado	148
Tabla 100: Cálculo de tiempos por movimientos	148
Tabla 101: Datos para el cálculo de tiempo de proceso de cocción	148
Tabla 102: Cálculo de tiempo del proceso de cocción.....	149
Tabla 103: Cálculo de tiempo del proceso de filtrado	149
Tabla 104: Cálculo de tiempo del proceso de molienda.....	150
Tabla 105: Cálculo de tiempo del proceso de decantación	150
Tabla 106: Datos para cálculos de tiempos en el proceso de producción de fundas biodegradables	151
Tabla 107: Cálculo de tiempo del proceso de mezclado	151
Tabla 108: Cálculo de tiempo del proceso de peletizado	151
Tabla 109: Datos para el cálculo de tiempo del proceso de extrusión.....	152
Tabla 110: Cálculo de tiempo del proceso de extrusión	152
Tabla 111: Datos para el cálculo de tiempo del proceso de moldeo	152
Tabla 112: Cálculo de tiempo del proceso de moldeo	153
Tabla 113: Datos para el cálculo de tiempo del proceso de embalaje	153
Tabla 114: Cálculo de tiempo del proceso de embalaje	153

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Tamaño de la Muestra.....	24
Ecuación 2: Rendimiento del almidón.....	51
Ecuación 3: Cálculo de humedad	54
Ecuación 4: Cenizas	58

Ecuación 5: Contenido de humedad del bioplástico	63
Ecuación 6: Densidad.....	69
Ecuación 7: Biodegradación	72
Ecuación 8: Tamaño de la muestra	87
Ecuación 9: Número total de fundas diarias	106
Ecuación 10: Relación de actividades.....	122

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Recepción de materia prima	167
Anexo 2: Clasificación y limpieza de la materia prima	167
Anexo 3: Pesado de la materia prima para el proceso de extracción de almidón.	168
Anexo 4: Proceso de molienda de la materia prima para la posterior extracción de almidón.	168
Anexo 5: Proceso de cocción por el método de Nixtamalización	169
Anexo 6: Masa sobrante con nejayote luego del proceso de cocción.	169
Anexo 7: Obtención de almidón de cáscara y elote (tusa) de maíz.....	170
Anexo 8: Proceso de secado del almidón	170
Anexo 9: Mezcla del almidón y los plastificantes.....	171
Anexo 10: Primeros resultados de bioplástico	171
Anexo 11: Obtención de láminas de bioplástico húmedo y seco.....	172

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Diseño de una línea de procesamiento de envases biodegradables a partir de subproductos del maíz (<i>zea mays</i>)”				
Autoras:	Yerlit Jamilex Mera Intriago, Yokasta Manderley Ibarra Ube.				
Fecha:	Diciembre del 2021				
Palabras clave:	Contaminación	Maíz	Biodegradable	Proceso	Biodegradable
Editorial:	Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2021.				
Resumen:	La producción de plástico sigue siendo uno de los principales contaminantes a nivel mundial, así como también la inexistencia del aprovechamiento de los residuos naturales del maíz. El presente trabajo estuvo enfocado en el diseño de una línea de procesamiento de envases biodegradables a partir de subproductos del maíz (<i>Zea mays</i>). Bajo este contexto la investigación plantea el objetivo de identificar la influencia del almidón de los residuos de maíz como materia prima en la elaboración de envases biodegradables con el fin de optimizar el proceso de producción mediante la simulación de varios escenarios. Mediante la realización de la primera fase del estudio experimental y en base a diversos criterios se concluyó que el residuo con mejor rendimiento de almidón provenía de la tusa de maíz (a_0, b_0) mediante el método de Nixtamalización. Dicho almidón fue mezclado con otros reactivos como agua destilada, ácido acético y glicerina para la obtención de láminas de bioplástico, del cual se generaron 8 unidades experimentales que fueron sometidas a análisis de densidad, humedad, ceniza y biodegradabilidad, con la finalidad de determinar cuál de ellos era el más aceptable de acuerdo a los criterios establecidos en normas como Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 542 y Norma ASTM D-5488D. (...)				
Abstract:	Plastic production continues to be one of the main pollutants worldwide, as well as the lack of use of natural maize residues. This work focused on the design of a biodegradable packaging processing line from corn by-products (<i>Zea mays</i>). In this context, the research aims to identify the influence of starch from maize residues as a raw material in the production of biodegradable packaging in order to optimize the production process by simulating several scenarios. By carrying out the first phase of the experimental study and based on various criteria, it was concluded that the residue with the best starch yield came from the corn husk (,) using the Nixtamalization method. This starch was mixed with other reagents such as distilled water, acetic acid and glycerin to obtain bioplastic sheets, from which 8 experimental units were generated that were subjected to density, humidity, ash and biodegradability analysis, in order to determine which of them was the most acceptable according to the criteria established in standards such as Ecuadorian Technical Standard INEN 2 542 and ASTM Standard D-5488D. (...)				
Descripción:	205 páginas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD				
URI:					

INTRODUCCIÓN

En Ecuador existe gran actividad agrícola, según los datos de INEC (2017), se produjeron cerca de 1,2 millones de toneladas de maíz en las más de 200 000 hectáreas sembradas en el país, la provincia de Los Ríos es la mayor productora de 566.043 Tm (Toneladas métricas) de maíz duro, siendo Quevedo uno de los cantones de la Provincia que mayor producción tiene de dicho grano. Por tal razón, se genera gran cantidad de desechos orgánicos provenientes del maíz (*zea mays*), lo cual indica que el impacto ambiental que tendría la acumulación de los desechos derivados de este producto podría ser considerable.

Los bioplásticos constituyen la oportunidad estratégica para la exigencia medio ambiental gestada durante estos últimos años, debido a la acumulación de materiales sintéticos [4], y la acumulación de desechos orgánicos que muchas veces no son aprovechados en su totalidad y finalmente se pierden con otro tipo de materiales acumulados en vertederos.

En los países tercermundistas o en vía de desarrollo como es Ecuador no se encuentran muchas empresas que se dediquen a la producción de bioplástico, siendo así, la presente investigación tiene como finalidad diseñar una línea de procesamiento de envases biodegradables a partir de subproductos del maíz (*zea mays*), en el cantón Quevedo, mediante el respectivo análisis y estudio experimental de la disponibilidad de materia prima presente en la zona y la influencia del almidón de maíz en la elaboración de bioplásticos, con el propósito de determinar los métodos requeridos para la extracción y procesamiento óptimo de la misma, mediante el planteamiento de un adecuado sistema productivo.

CAPITULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

Según los datos de INEC 2017 [1], en Ecuador se produjeron cerca de 1,2 millones de toneladas de maíz en las más de 200 000 hectáreas sembradas en el país, la provincia de Los Ríos es la mayor productora con 566.043 Tm (Toneladas métricas) de maíz duro. En Quevedo desde el 2010 hasta el 2016, la producción agrícola en las que se incluye el maíz, creció 33,4% [2]. La producción de biomasa residual que genera un cultivo de maíz de grano (cañas, hojas, chalas y olotes), fluctúa entre 20 a 35 toneladas por hectárea.

Según la revista Agronomy Journal, la incineración de los residuos procedentes del maíz y del trigo repercutía de manera nefasta en la calidad del suelo y el entorno, más del 50% de los residuos agrícolas puede tener consecuencias negativas para la estructura del suelo: reducir la secuestación de carbono orgánico del suelo, aumentar la erosión del agua y reducir el ciclo de nutrientes y la producción de cultivos, especialmente en suelos inclinados y erosionables [3].

Los bioplásticos constituyen la oportunidad estratégica para la exigencia medio ambiental gestada durante estos últimos años, debido a la acumulación de materiales sintéticos [4], ya que entre sus ventajas presenta su degradabilidad en compuestos tales como: agua, dióxido de carbono y humus [5], además según la investigación de González [6] los biopolímeros o bioplásticos se caracterizan en degradarse en un período de 45 o 90 días aproximadamente después de ser desechados.

En los últimos años, la gestión de los residuos sólidos urbanos es uno de los mayores problemas ambientales existentes. En vista de lo que se puede ver día a día en los distintos medios de comunicación, se ha ido generando una sociedad con consciencia ambiental [7].

El aumento masivo de los plásticos ha provocado un aumento de los residuos, que es el resultado del rápido crecimiento de la población, la urbanización, la industrialización y

el desarrollo económico en varios países [8] [9]. Los residuos plásticos son una de las mayores amenazas para el medio ambiente. Su abuso y baja rentabilidad a la hora de reciclar hacen del plástico uno de los contaminantes más mortíferos del país.

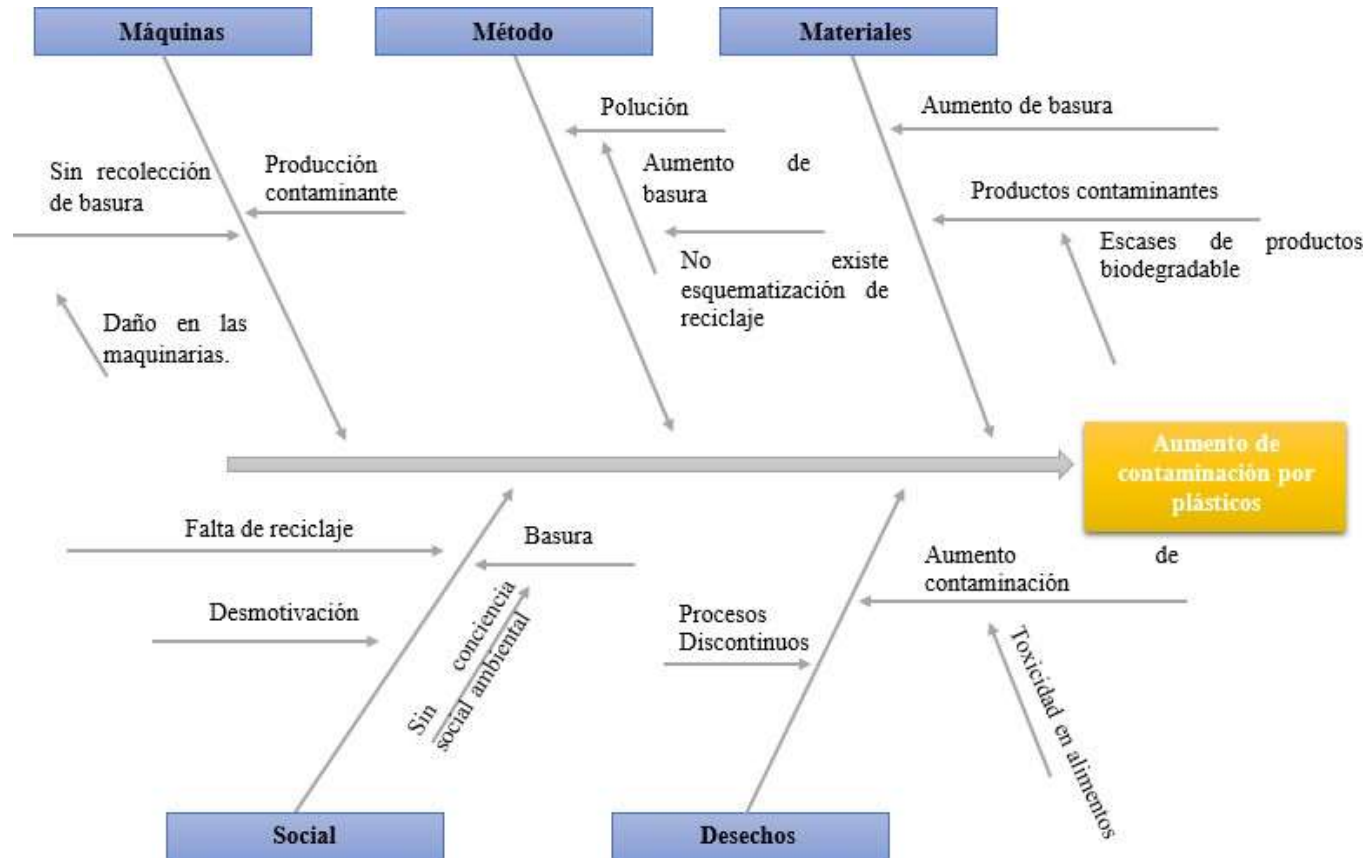
Siendo China el principal productor de plásticos, que con el pasar de los años sigue incrementando su producción, por ello se estima que en el 2020 este en una cifra anualmente de más de 500 millones de toneladas [10] [11].

La problemática se genera por la mala gestión de los desechos plásticos el cual tiene un creciente uso, el plástico está muy presente en la vida cotidiana, y su acumulación en el ambiente se efectúa debido a que los plásticos se degradan muy lento, tanto que demoran aproximadamente unos 500 años en descomponerse.

En lo que respecta a Ecuador, la contaminación por residuos sólidos es también uno de los principales problemas del país, generando aproximadamente 3.600 toneladas de basura. Entre ellas, 900 toneladas de basura por día se generan en la ciudad de Guayaquil [12]. Entre los principales residuos inorgánicos, la mayoría son de plástico, cuatro paquetes, cartón y poliestireno.

A la fecha se estima que se está generando cada año 1.900 millones de toneladas de residuos sólidos, en donde el 30% de los desechos se encuentran sin recoger. Por otro lado, los residuos sólidos urbanos recaudados, de los cuales el 70% se dirige a los vertederos de basura, el 19% se recicla y mientras tanto el 11% se destina a medios de recuperación de energía.

Gráfico 1: Diagrama de Ishikawa



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Diagnóstico**

Siendo Ecuador un país con mucha actividad agrícola, se genera gran cantidad de desechos orgánicos provenientes de diferentes variedades de plantas cultivadas, entre ellas se encuentra el maíz (zea mays), que es una de las principales fuentes alimenticias y que contribuyen al desarrollo económico del país, lo cual indica que el impacto ambiental que tendría la acumulación de los desechos derivados de este producto podría ser considerable. Desde el 2010 hasta el 2016, la producción de banano, palma y cultivos de ciclo corto, como el arroz y maíz en Quevedo, creció 33,4% [2].

Es por eso que el estudio del aprovechamiento de residuos agrícolas es importante para reducir la contaminación y lograr proporcionar un valor agregado a estos materiales, de acuerdo a esta demostración se puede implementar un estudio sobre la transformación de desechos derivados del maíz (zea mays) que permita obtener un producto diferente al abono como es el bioplástico, que al final satisfaga las necesidades del mercado, tomándose en cuenta las características físico-químicas de las diferentes variedades que se puedan estudiar para la obtención de dicho producto.

Desde la década de 1950, Ecuador ha sido reconocido como un país bananero porque ocupa la posición de mayor exportador de banano del mundo. El volumen de exportación es de 175.462.102 cajas. Los datos están actualizados a mayo de 2020, lo que equivale a un aumento de 10,84 cajas. Según Datos de la Asociación de Exportadores de banano del Ecuador (2020), en porcentaje respecto al año pasado. Asimismo, por su aporte a la cultura culinaria de nuestra sociedad, el banano ocupa una gran parte del comercio nacional.

Las empresas agrícolas bananeras generarán una serie de residuos sólidos compuestos por hojas, tallos, raíces y otros materiales orgánicos, por lo que brinda la oportunidad de obtener productos solucionadores de problemas a través de los residuos generados por esta innovación empresarial agrícola. Las necesidades de la sociedad actual. El uso de estas hojas como materia prima para el proyecto tiene unas características ecológicas destacadas, pues todos los elementos utilizados en su elaboración son completamente biodegradables, por lo que el tiempo de descomposición no será muy largo. Esto

ayudará a reducir la contaminación y los residuos, con la implementación de estos productos se comenzará a desarrollar la cultura ecológica, que ayudará a proteger el medio ambiente y así tener un ambiente de vida armonioso y agradable.

Se sabe que actualmente en Ecuador existen dos empresas que fabrican productos similares a los que ofrece Ecua-Leaf: Empaque Verde Ecuador, quienes elaboran sus productos a base de caña; y Leaf Pack quienes elaboran sus productos con fibras naturales. Aunque estas empresas tienen productos similares con los ofrecidos, no se consideran competencia porque no elaboran platos biodegradables en base a las hojas de plátanos.

- **Pronóstico**

La producción de maíz en el Ecuador genera desechos en la cosecha y post cosecha, estos desechos conllevan a efectos que afectan la biodiversidad, algunos de estos efectos pueden ocurrir por la gran acumulación de residuos en la superficie del suelo, lo que perjudicaría la calidad del mismo, dando como resultado la pérdida de materia orgánica (MOS) y aumentando su erosión.

El desconocimiento del manejo para el aprovechamiento de estos residuos por medio de técnicas agroindustriales ha dejado cantidades que pueden afectar el contacto suelo-semilla, y su eliminación por medio de incineración ocasionaría el desprendimiento de grandes cantidades de gases efecto invernadero a la atmosfera.

1.1.2. Formulación del problema.

¿El desconocimiento de alternativas de aprovechamiento de los residuos de maíz constituye una limitación para la creación de una línea de procesamiento de envases biodegradables?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuál es la influencia de la utilización de diferentes materias primas del maíz como material plastificante?
- ¿Cómo determinar la línea de producción para la elaboración de envases biodegradables a nivel industrial?
- ¿Cómo conocer la inversión económica para la implementación de la línea de producción de envases biodegradables?
- ¿Cómo optimizar el proceso de producción?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Diseñar una línea de procesamiento de envases biodegradables a partir de subproductos del maíz (zea mays) como alternativa para contribuir a la reducción de la contaminación ambiental.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Identificar la influencia del almidón de los residuos de maíz como materia prima en la elaboración de envases biodegradables.
- Determinar la línea de producción para la elaboración de envases biodegradables a nivel industrial.
- Realizar un estudio financiero de la implementación de la línea de producción de envases biodegradables.
- Optimizar el proceso de producción mediante la simulación de varios escenarios.

1.3. Justificación.

En Ecuador existe gran actividad agrícola, en donde la Provincia de Los Ríos es la líder en la producción de maíz duro, siendo Quevedo uno de los cantones de la Provincia que mayor producción tiene de dicho grano. Si bien la producción del grano es la razón principal del cultivo del maíz, y todas las partes de la planta, hojas, tallo, panojas (envoltura de la mazorca), y olotes (tusa de maíz) no son utilizadas para diversos fines, sino que son botadas, utilizadas como abono o incineradas en el medio y desprendiendo gases de efecto invernadero a la atmosfera. [13].

Siendo así, la presente investigación busca diseñar una línea de procesamiento de envases biodegradables a partir de subproductos del maíz, identificando el impacto que tienen los bioplásticos en el entorno y los subproductos usados para la elaboración del mismo, como es el almidón de maíz, posteriormente determinar los métodos utilizados en su extracción e investigar los distintos procesos para la elaboración de los envases biodegradables, con el fin de dar a conocer por qué son una alternativa a los plásticos derivados de la industria petroquímica, resaltando su potencial, biodegradabilidad y su origen renovable.

El cual se convierte en una ventaja favorable dado que estos mayoritariamente en la actualidad se producen a partir de residuos industriales y urbanos mediante procesos biotecnológicos siguiendo los principios de la economía circular que permiten brindar un valor agregado a los desechos agroindustriales, siendo estos empleados en la elaboración diferentes productos para diversos usos como son los empaques, vasos, películas plásticas, papel de revestimiento, etc. [14]

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Maíz

El maíz es uno de los cereales que más se produce y consume a nivel mundial. Se utiliza principalmente para fines alimentarios, además de la producción de biocarburantes, para extraer almidón, aceite y otras sustancias destinadas a usos industriales. [15].

2.1.2. Producción de maíz

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) estima que la Producción Mundial de Maíz 2020/2021 sería de 1,186.86 millones de toneladas. Los cuales podrían significar un incremento de 72.10 millones de toneladas o 6.47% en la producción de maíz alrededor del mundo [15]. Según los datos de INEC (2017) [1], en Ecuador se produjeron cerca de 1,2 millones de toneladas de maíz en las más de 200 000 hectáreas sembradas en el país.

2.1.3. Subproductos del maíz

Los residuos de cultivos de maíz, también conocido como rastrojo consiste en hojas, tallos y mazorcas de plantas de maíz (*Zea mays*) que quedan en un campo después de la cosecha. Este rastrojo constituye aproximadamente la mitad del rendimiento de un cultivo de maíz y es similar a la paja de otros pastos de cereales [16].

Los rastrojos corresponden a la biomasa aérea de los cultivos anuales que quedan en el campo como residuo después de la cosecha, los cuales son importantes y no se debieran desperdiciar, ya que tienen efectos positivos sobre el suelo. En general, constituyen entre el 50 y 75% del follaje del cultivo que queda en los campos [17]

2.1.4. Almidón

El almidón es un polisacárido complejo, que se almacena en forma de gránulos, con diferentes tamaños entre sí, composición química y características físicas, que varían

según la fuente de la cual proviene. Es una estructura semicristalina compleja y altamente organizada, compuesta por polímeros de glucosa: amilosa y amilopectina, encontrándose la síntesis del componente amilosa dentro de la matriz de amilopectina. Desde el punto de vista de su utilización como material polimérico, se pueden distinguir dos usos diferentes: como matriz polimérica en forma de almidón termoplástico y como nanocarga en forma de nanocristales [18].

2.1.5. Métodos de extracción del almidón de maíz

La molienda del maíz separa el grano de maíz (*Zea mays* L) en sus tres componentes básicos (endospermo, embrión y pericarpio más aleurona). En la molienda seca, el endospermo es el producto primario, pero el aceite es separado como un subproducto importante. En la molienda húmeda, los componentes de cada parte del grano (almidón, proteína, aceite, fibra y solubles) son separados en fracciones más purificadas que tienen un amplio espectro de usos. Se ha señalado que, en promedio, los supermercados presentan más de 1.000 formas de alimentos en los cuales los productos de la molienda húmeda del maíz o derivados del mismo están presentes como ingredientes. [19]

2.1.6. Aplicación industrial del almidón de maíz

Según la FAO sin importar de donde provenga el almidón (maíz, trigo, yuca, papa o plátano), existen dos métodos usados para su extracción: la molienda seca y la molienda húmeda. Específicamente para el maíz, se emplea la molienda seca de forma artesanal y la húmeda es usada por grandes industrias para refinar y mejorar los productos obtenidos de esta planta, siendo el principal fin la obtención de almidón. [20]

2.1.7. Métodos para la obtención de almidón

Método seco. - Consiste básicamente en la molienda del fruto después del secado, obteniendo de este proceso harina, para su posterior tamizado y así obtener el almidón. Tomando cuenta las operaciones pequeñas que se llevan a cabo de manera intermedia de los procesos anteriores para facilitar el desarrollo del método y obtener un producto final de calidad y con características que sean deseables en el almidón [21].

Método húmedo. - Este método consiste en la trituración o reducción de tamaño del guineo y retirar en medio líquido aquellos componentes de la pulpa que son relativamente más grandes, como la fibra y proteína, posteriormente, se facilita la eliminación del agua por decantación y se lava el material sedimentado para eliminar las últimas fracciones diferentes del almidón y finalmente someter al almidón purificado a secador [21].

Nixtamalización. - El proceso de nixtamalización tradicional involucra cambios químicos, estructurales y nutricionales en los diversos constituyentes del grano. Actualmente se dispone de procesos alternativos a la nixtamalización tradicional (NT), como la nixtamalización por extrusión (NE) y la nixtamalización fraccionada (NF), que al igual que en la NT, los granos de maíz son sometidos a un tratamiento térmico-alcalino en presencia de exceso o limitada cantidad de agua [22].

Molienda húmeda. - Molienda húmeda está constituido por un proceso controlado de desaglomeración, dispersión y atomización de partículas sólidas en un medio líquido. Pueden obtenerse partículas con un tamaño inferior a 100 nanómetros, algo que con otras tecnologías de molienda suele conllevar limitaciones [23]

2.1.8. Propiedades estructurales del almidón de maíz

Polisacáridos: Lo que llamamos almidón no es realmente un polisacárido, sino la mezcla de dos, la amilosa y la amilopectina. Ambos están formados por unidades de glucosa, en el caso de la amilosa unidas entre ellas por enlaces a 1-4 lo que da lugar a una cadena lineal. En el caso de la amilopectina, aparecen ramificaciones debidas a enlaces a 1-6.

La amilosa es una cadena teóricamente lineal, pero en la práctica existen algunas sustituciones iguales a las de la amilopectina, una cada varios centenares de moléculas, que no modifican sus propiedades. El peso molecular de las cadenas de amilosa es del orden de un millón. En la amilopectina se encuentran dos tipos de enlace entre las unidades de glucosa, los a 1-4 como en la amilosa, y los a 1-6 que dan lugar a las ramificaciones [24].

2.1.9. Plastificantes

La cantidad de plastificante que se usa para obtener formulaciones de PVC flexible puede alcanzar el 60% en masa del producto final. Por eso no es de extrañar que las propiedades físicas y químicas del aditivo influyen decisivamente en las prestaciones finales del material [25].

- **Agua destilada.** - Agua que ha sido sometida a un proceso de evaporación y condensación del vapor obtenido para su purificación mediante un proceso llamado destilación. [26] Sustancia que como cualquier tipo de agua está compuesta por 2 átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno, pero ésta se ha purificado o limpiado de impurezas e iones mediante un proceso de destilación. Es inodora, incolora e insabora, es un agua químicamente pura sin sales disueltas ni presencia microbiana [27]. En la industria esta agua se usa para alimentar las calderas evitando incrustaciones no deseadas, así mismo se usa como disolvente para la producción de bebidas y refrescos [26].
- **Glicerina.** - Compuesto líquido a temperatura ambiente, viscoso (1,5 Pa), incoloro, inodoro y ligeramente dulce. La presencia de los tres grupos hidroxilo le hace ser higroscópico, fácilmente soluble en agua y alcoholes, ligeramente soluble en disolventes orgánicos como éteres y dioxanos, e insoluble en hidrocarburos [28]. El glicerol es una molécula altamente flexible, capaz de formar enlaces de hidrógeno intra e intermoleculares. Las diferentes conformaciones posibles, han sido evaluadas usando métodos ab initio² y comparadas con datos experimentales, tanto en fase gas como en fase acuosa, con el fin de determinar los efectos de los enlaces de hidrógeno intramoleculares y ampliar así este estudio computacional a moléculas polihidroxiladas de mayor tamaño tales como los oligosacáridos [28].
- **Ácido acético.** - Químico en la fabricación del monómero de acetato de vinilo, y que representa, aproximadamente, un tercio del consumo de ácido acético [29]. El ácido acético se utiliza además como aditivo para alimentos y piensos, como conservante de encurtidos, como coagulante del látex natural, y en el teñido y la

impresión textil [29].

2.1.10. Envases biodegradables

Los plásticos biodegradables pueden fabricarse a partir de recursos renovables o de combustibles fósiles, dado que la biodegradabilidad no es función del material de origen, sino de la estructura química del plástico. Sin embargo, para que la biodegradación ocurra deben cumplirse otros requisitos, tales como la presencia de microorganismos capaces de llevarla a cabo y las condiciones ambientales requeridas para su desarrollo [30].

2.1.11. Biopolímeros

Los biopolímeros son inherentemente biodegradables, como debe ser para que puedan formar parte del ciclo de renovación de la naturaleza. Los biopolímeros tienen una estructura fundamentalmente diferente a la de los polímeros sintéticos, los cuales se usan en el 90% de la producción de plásticos.

Los biopolímeros casi siempre tienen oxígeno o nitrógeno en su cadena, esta es la cualidad principal por la que son biodegradables, en cambio, las cadenas de carbono con enlaces simples, que son propias de los polímeros sintéticos, son particularmente resistentes a biodegradarse [31].

2.1.12. Características de un bioplástico

Los bioplásticos, son compuestos de alto peso molecular de origen natural provenientes de fuentes renovables como hidrocoloides y con carácter biodegradable. Estos son considerados como una solución para disminuir la contaminación al medio ambiente por los plásticos fabricados por polimerización de compuestos derivados de petróleo [32].

Los plastificantes generalmente son líquidos, inodoros, incoloros y de baja volatilidad que al añadir a otro material cambia sus propiedades físicas, mecánicas y suavizan el polímero por debajo de su transición vítrea para reducir su cristalinidad o punto de

fusión [32].

2.1.12.1. Normas para la determinación de la biodegradabilidad de un bioplástico

- **Densidad.** - La densidad es una propiedad física de la materia que describe el grado de compacidad de una sustancia. La densidad describe cuán unidos están los átomos de un elemento o las moléculas de un compuesto. Mientras más unidas están las partículas individuales de una sustancia, más densa es la sustancia. Puesto que las diferentes sustancias tienen densidades diferentes, las medidas de la densidad son una vía útil para identificar las sustancias [33].
- **Biodegradación.** - Disolución química de los materiales por bacterias u otros medios biológicos. El término se utiliza a menudo en relación con la ecología, la gestión de residuos, la biomedicina y el medio ambiente y es ahora comúnmente asociados con los productos respetuosos del medio ambiente que son capaces de descomponerse nuevamente dentro de los elementos naturales [34].
- **Humedad.** - La humedad es una propiedad que describe el contenido de vapor de agua presente en un gas, el cual se puede expresar en términos de varias magnitudes. Algunas de ellas se pueden medir directamente y otras se pueden calcular a partir de magnitudes medidas [35].
- **Espesor.** - Se denomina espesor al grosor de un elemento: es decir, a qué tan grueso, abultado o ancho es. La idea de espesor también puede vincularse a la condensación o la densidad de una sustancia.
- **Extrusión.** - La extrusión de plásticos ofrece una producción estable y una buena productividad. Una vez iniciado el proceso, la producción es continua, al contrario de en otras técnicas cíclicas como la inyección. Además, la extrusión nos permite obtener piezas que serían complicadas o muy costosas mediante otro proceso [36].

2.1.13. Termoformado

El moldeo en caliente comprende varios métodos, todos ellos basados en el calentamiento del material termoplástico y su moldeo posterior por vacío, soplado, o mecánico, ofreciendo diversas combinaciones entre los métodos indicados [37].

Su gran aplicación se debe a que la maquinaria para el moldeo por vacío, soplado y mecánico es sencilla, compacta y económica. La fabricación de los moldes para el moldeo por vacío es sencilla y resulta barata, sobre todo en la fabricación de artículos grandes, de reducido espesor de pared y de configuración compleja [37].

2.1.14. Capacidad de producción

La capacidad de producción de cada empresa, sea que ofrezca bienes o servicios, es un componente determinante de su organización operativa, para poder realizar su catálogo de productos, según los estándares que exija la empresa al igual que el disponibles [38].

En un proyecto de esta índole, la capacidad de producción inicial mensual debe calcularse con su propia información propia y sectorial, comenzando por la estructura de costos y el comportamiento de la demanda, pues esos datos definen su realidad. [38]

2.1.15. Diseño Industrial

Diseño industrial se ocupa del proyecto, desde la ideación hasta la materialidad de los objetos de uso. Además, su denominación, "diseño industrial", habla del proceso productivo, o sea, de la manera de hacerlo. También se puede decir, desde un enfoque más filosófico, que el diseño industrial es creatividad condicionada. De todos estos conceptos se infiere que el "uso, la técnica y la forma" son parámetros permanentes y cambiantes en su ideación [39].

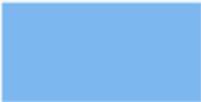
2.1.16. Líneas de proceso

Una línea de proceso o línea de producción es un conjunto de estaciones de trabajo manuales, semiautomatizadas o completamente automatizadas en las que se transforma la materia en un producto nuevo, puede ser tan sencilla como tomar un tornillo y colocarle una tuerca, hasta complejas celdas robotizadas en las que se use soldadura o cortes por chorro de agua para darle una nueva forma al material, después de la transformación, pueden existir estaciones intermedias o al final de la línea para el aseguramiento de la calidad [40]

2.1.17. Diagrama de flujo de procesos

Es una herramienta utilizada para representar la secuencia de las actividades en un proceso. Para ello, muestra el comienzo del proceso, los puntos de decisión y el final del mismo. Todo ello proporciona una visualización del funcionamiento del proceso, volviendo la descripción más intuitiva y analítica. Esta herramienta también expresa el flujo de la información, los materiales, las derivaciones del proceso y el número de pasos [41]. Es intuitiva para la interpretación y práctica para prepararse y presentarse a los diferentes niveles de la organización, cuando se desarrolla con el debido cuidado [42].

Tabla 1: Simbología del diagrama de flujo de procesos

	FLECHA Símbolo de conexión utilizado para indicar una interconexión entre otros dos símbolos, y la dirección del flujo.
	TERMINACIÓN Indica el comienzo o el final de un flujo en el diagrama de procesos.
	PROCESO Indica un determinado proceso y sus funciones y actividades.



DECISIÓN

Demuestra que se debe tomar una decisión y que el flujo del proceso va a seguir cierta dirección según esta decisión.



RETARDO

Significa que pasará un tiempo antes de que el flujo del proceso continúe.



DATOS

Representa cualquier tipo de dato en el diagrama de flujo.



DOCUMENTO

Es un tipo de dato o información que las personas pueden leer, como un informe impreso, por ejemplo.



VARIOS DOCUMENTOS

Indica que son varios documentos.



SUB-RUTINA O PROCESO PREDEFINIDO

Un proceso que ya está definido previamente.



PREPARACIÓN

Esto indica que hay que hacer, ajustar o modificar algo en el proceso antes de proceder.



DISPLAY

Indica que se exhibirá alguna información o dato para leer en una pantalla u otra forma de visualización.



ENTRADA MANUAL

Esto indica que una persona hará un procedimiento manualmente.



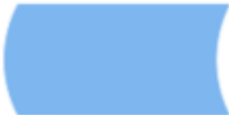
LOOP MANUAL

Indica que una secuencia de comandos ocurrirá, repitiéndose continuamente hasta que una persona la detenga manualmente.



LÍMITE DEL LOOP

Muestra el comienzo de un proceso de loop.



DATOS ALMACENADOS

Esto muestra que existen datos almacenados.



CONECTOR

Indica que habrá una inspección en este punto.



CONECTOR PARA OTRA PÁGINA

Indica que hay una referencia cruzada y un enlace de este proceso, a otro proceso diseñado en otra página.



CLASIFICAR

Indica que en este punto se generará una lista que organiza elementos en un orden determinado.



MEZCLAR

Indica un paso en el que se combinarán diversos conjuntos en uno solo.



BASE DE DATOS

Lista de información con una estructura estandarizada que permite la investigación y la clasificación.



ALMACENAMIENTO INTERNO

Indica un dispositivo de almacenamiento interno

FUENTE: [42]

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

2.1.18. Diagrama de recorrido del proceso

Consiste en un plano (que puede ser o no a escala), de la planta o sección donde se desarrolla el proceso objeto del estudio. En este diagrama se registran todos los diferentes movimientos del material, indicando con su respectivo símbolo y numeración cada una de las diferentes actividades, y el lugar donde estas se ejecutan [43].

El diagrama de recorrido permite visualizar los transportes, los avances y el retroceso de las unidades, los «cuellos de botella», los sitios de mayor concentración, etc; a fin de analizar el trabajo para ver que se puede mejorar (eliminar, combinar, reordenar, simplificar) [43].

2.1.19. Capacidad de producción

Es una representación de la capacidad que tiene una unidad productiva (planta, equipo, sector) para producir su máximo nivel de bienes o servicios con una serie de recursos disponibles [38].

2.1.20. Tabla relacional de actividades

También llamada o conocida como “diagrama relacional de recorridos” utiliza gráficos donde las actividades se representan por nodos unidos y por líneas. Las líneas tienen como objetivo expresar la existencia de relación entre las actividades unidas. Se puede utilizar letras para representar significados como: (A=absolutamente necesario; E=especialmente necesario; I=importante; O=Proximidad ordinaria; U=insignificante). [44].

2.1.21. Fórmula de relación de actividades

Tiene como objetivo analizar un problema cuyas causas se relacionan de manera compleja, permitiendo alcanzar una visión de conjunto de cómo las causas tienen una relación con sus efectos. Mediante la fórmula de relación de actividades se identifica la relación causal de manera compleja que pueden existir en una situación dada. [45].

2.1.22. Análisis FODA

El análisis FODA, también conocido en los países hispanohablantes como DAFO o DOFA y en los angloparlantes como SWOT, es una herramienta clave para hacer una evaluación pormenorizada de la situación actual de una organización o persona sobre la base de sus debilidades y fortalezas, y en las oportunidades y amenazas que ofrece su entorno. Es también una metodología de trabajo que facilita la toma de decisiones. Fue inventada por Albert S. Humphrey en la Universidad de Stanford (EE. UU.) En los años sesenta, y sigue estando plenamente vigente a día de hoy [46]

Un análisis FODA o DAFO es una herramienta diseñada para comprender la situación de un negocio a través de la realización de una lista completa de sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Resulta fundamental para la toma de decisiones actuales y futuras. La matriz de análisis FODA es una herramienta muy valiosa para cualquier negocio, en tanto que da la pauta para conocer lo que se está haciendo bien y todo aquello que representa un reto actual o potencial. [46]

2.1.23. ¿Para qué sirve el análisis FODA?

La metodología del análisis FODA es una parte del sistema de planeamiento estratégico, y también parte del denominado “análisis de temas estratégicos, en inglés “strategic issue analysis”. Los aspectos externos o del ambiente se agrupan bajo los conceptos “oportunidades” y “amenazas”. El análisis que se realiza de los mismos se refiere a la relación entre el estado en el que se encuentran actualmente las variables y el estado esperado en un futuro determinado [47]

2.1.24. Análisis PESTEL

Tiene como objetivo estudiar el entorno general que afecta a las empresas a través de factores sociales, políticos, económicos, tecnológicos, ecológicos y legales mediante un análisis genético. [48].

2.1.25. Estudio de mercado

Se utiliza para identificar y definir requerimientos para la viabilidad comercial de servicios y/o productos comerciales. [49].

2.1.26. Segmentación del mercado

Se define como el proceso de dividir un mercado en grupo o segmentos identificables, bastantes parecidos y significativos, con el objetivo de que los mercadólogos ajusten las mezclas de marketing a la medida de las necesidades de uno o más segmentos específicos. [50].

2.1.27. Macro y micro localización

A nivel empresarial la macro localización se utiliza para decidir la zona de manera general donde se pretende instalar un negocio o empresa, mientras que la micro localización se utiliza para elegir puntos precisos, dentro de la macro zona elegida, considerando la ubicación definitiva del negocio o empresa. [51].

2.1.28. Tamaño

Un aspecto importante en la realización de una investigación, es el tamaño de una muestra que se debe incluir en un estudio. Este tamaño permite a quienes investigan saber cuántos individuos son necesarios estudiar, con el propósito de poder estimar un parámetro determinado con el grado de confianza deseado, o el número necesario de individuos para poder detectar una diferencia entre los grupos de estudio. [52].

2.1.29. Muestra

Lo obtenido a través de la medición que se toma en las variables de la muestra, es un valor que supone similar o aproximación al parámetro llamado estimado. Aunque con mucha recurrencia se utilice una sola muestra, se debe considerar una infinidad de

muestras posibles, y, en consecuencia, se tiene un estimado de un infinito número de posibles estimados del parámetro de interés. Se debe disponer de un tamaño de muestra adecuado para obtener estimados con menor variabilidad que, en consecuencia, se conclusiones más confiables. [53].

2.1.30. Fórmula para calcular el tamaño de la muestra

Cuando se necesita realizar un estudio, lo que ese desea compartir mediante el cálculo del tamaño de la muestra son: observaciones realizadas en la práctica cotidiana, datos específicos y las diferencias que se consideran importantes al comparar los grupos de individuos tomados en el tamaño de la muestra. Se considera la siguiente fórmula: [54]:

Ecuación 1: Tamaño de la Muestra

$$\text{Tamaño de la Muestra} = \frac{Z^2 * (p)(1-p)}{c^2}$$

Donde:

Z= Nivel de confianza (95%-99%) P=.5

C= Margen de error (.04=±4)

2.1.31. Oferta

Es aquella cantidad de bienes o servicios que los productos están dispuestos a vender considerando los distintos precios del mercado. [55].

2.1.32. Demanda

Es la cantidad y calidad de bienes y servicios que pueden ser adquiridos a los diferentes precios del mercado por in consumidor o por una mayor cantidad de consumidores. [56]

2.1.33. Encuesta

Es una técnica utilizada para la recolección de datos de manera concreta, particular y práctica de un procedimiento de investigación. [57].

2.1.34. Método Guerchet

El método se utiliza para el cálculo del área mínima que se requiere en las plantas industriales, considerando los espacios físicos. Es de suma importancia identificar el número total de las maquinarias y los equipos a utilizar. [58].

2.1.35. Estudio financiero de un proceso

El estudio financiero de un proceso es fundamental para evaluar la situación y el desempeño económico y financiero real de un proceso, con el objeto de detectar dificultades y aplicar correctivos adecuados para solventarlas. [59]

2.1.36. Inversión inicial

La inversión inicial es la cantidad de dinero necesario para dar inicio o poner en marcha un proyecto de negocio. [60]

2.1.37. Presupuesto

Es la herramienta administrativa de planeación y control financiero que tiene como objetivo presentar ordenadamente y en términos monetarios, los resultados previstos de un plan, un proyecto o una estrategia. [61].

2.1.38. Costos

Los costos es la suma de los materiales, la mano de obra y la suma de los costos de todas las actividades realizadas para elaborar ese producto o servicio (CIF). [62]

2.1.39. Gastos

Es la erogación y que no tiene como contrapartida la creación de un activo, sino que constituye un acto de consumo; los gastos suelen destinarse a la contratación de los recursos humanos y la contratación de bienes, herramientas e insumos necesarios. [63]

2.1.40. Ingresos

Estos constituyen una magnitud contable para los usuarios de las cuentas a la hora de analizar la gestión económica y la posición financiera de una persona o entidad. [64].

2.1.41. Egresos

Se constituyen por los activos que se han usado o consumido en un negocio con el objetivo de obtener ingresos. [65]

2.1.42. Flujo de efectivo

Los flujos de efectivo representan la manera en la que se han hecho los desembolsos por causa de los recursos económicos que van a producir ingresos y flujos de efectivo en el futuro. Entre ellos están: los pagos por adquisición ya sea de propiedades o equipos, cobros por ventas de propiedades o equipos, pagos por adquisición de instrumentos de pasivo o de patrimonios, cobro por venta y reembolso de instrumentos, anticipos de efectivo y préstamos, etc. [66].

2.1.43. Punto de equilibrio de inversión

Es la actividad que existe en el momento que los costos y los ingresos se equiparan, en este punto las actividades comerciales de una empresa, negocio o industria no experimentan pérdidas ni tampoco utilidades. [67]

2.1.44. Indicadores de evaluación

Los indicadores de evaluación son la medida que se le toma a la existencia de dificultades o de la gravedad de las ya conocidas, señal de situaciones o problemas que se ven venir, medidas de riesgos y la necesidad posible de acción, medios para identificar y evaluar los resultados de nuestras acciones. [68].

2.1.45. Valor actual neto (VAN)

Tiene como objetivo medir la generación de riqueza antes de realizarse una inversión mediante un proyecto, es decir, análogo al enfoque lógico del EVA, ambos miden la generación de riqueza o valor, la diferencia se encuentra en su modo de aplicarlo, el valor actual neto (VAN) mide el valor de un proyecto en un horizonte intertemporal. Forma parte del análisis costo-beneficio, cuando se aplica en algún caso en que los beneficios de una inversión compensen a los costos. [69].

2.1.46. Periodo de recuperación de capital (PCR)

El PCR o también conocido como PayBack es el tiempo requerido para recuperar la inversión inicial. Se presenta la duda desde qué punto en el tiempo se empieza a contar para encontrar el momento en el que realmente se recupera la inversión. [70]

2.1.47. Tasa interna de retorno (TIR)

El TIR es una de las decisiones más utilizadas para la toma de decisiones financieras, no solo por el efecto que tiene de aceptar o rechazar inversiones, sino a efecto de ordenar alternativas mutuamente excluyentes con el objetivo de seleccionar la mejor. [71]

2.1.48. Distribución de procesos

Considerar y determinar la distribución optima de los procesos es un problema que ha sido estudiado ampliamente y para el cual se han generado diversas metodologías a lo

largo de los años. La distribución de procesos es importante para cualquier empresa, ya que el impacto que tiene en la etapa de planeación y ejecución de operaciones y dada la consecuencia directa que tiene sobre su efectividad y eficiencia, puede condicionar las relaciones existentes entre los diversos factores y procesos de una planta. [72].

2.1.49. Herramientas para la distribución de procesos

Es necesario introducir herramientas que puedan permitir planificar de manera eficiente la capacidad para responder a las necesidades cambiantes del entorno en una planta, por lo que el uso de herramientas para la distribución de procesos es tan necesario como la implementación de la herramienta de decisión Analytic Hierarchy Process (AHP) en español Proceso de Jerarquía Analítica. [72]

2.1.50. Layout

La distribución en planta o Layout, es un proceso de ordenamiento de los elementos de los cuales está conformado el sistema productivo en el espacio físico, con la finalidad de alcanzar los objetivos de producción de la forma más adecuada y eficiente posible. [73].

2.1.51. AutoCAD

La aplicación del software AutoCAD en la ingeniería, es una manera de crear un modelo del comportamiento de un producto aun antes de que se haya construido. Los dibujos en papel no pueden ser necesarios en la fase de diseño. El diseño asistido por computadora de AutoCAD es utilizado para dibujos en 2D y modelados en 3D. Es desarrollado y comercialización por Autodesk. [74]

2.1.52. Simulación de procesos

Se utiliza para reflejar el grado de complejidad de un problema industrial, utilizando el concepto de variedad o el número de posibles estados y comportamientos actuales o potenciales que podrían darse ante una situación o problema dado. [75]

2.1.53. Herramientas más usadas

Entre las herramientas más utilizadas para la simulación de procesos se encuentran:

- El prototipado rápido (rapid prototyping). – Es el método basado en ordenador que tiene como fin reducir el ciclo iterativo de desarrollo.
- Prototipado virtual. - Tiene como propósito definir electrónicamente un producto.
- Pruebas de validación y fiabilidad de producto. – entre ellas están: la validación a posteriori, validación por etapa, verificación formal y model checking.

Todas estas son métodos matemáticos con el cual se pueden analizar problemas complicados con modelos abstractos. [76]:

2.1.54. FlexSim

Esta herramienta nos permite modelar y entender con mucha precisión los problemas básicos de un sistema sin la necesidad de programaciones complejas. Esto se debe a que ofrece una forma sencilla al desarrollar el modelo de simulación. [77]

2.1.55. Ventajas de usar FlexSim en los procesos

El uso de FlexSim es de escala general, ya que contribuye en temas de medicina, salud, sistema de logística tales como operaciones de contenedores en puertos, simulaciones distribuidas en varios equipos dentro de una industria manufacturera, en minerías, en centro aeroespaciales inclusive se ha adaptado a la industria del servicio (hospitales, supermercados, hoteles y muchas otras empresas) para simular la administración y operación de los recursos humanos. [77].

Las ventajas de utilizar FlexSim en los procesos son:

- Una amplia sección de preconstruidos permite abordar situaciones mucho más

complejas sin tener que escribir código de software.

- FlexSim se orienta a objetos, admitiendo una mayor visualización del flujo de producción.
- Todo el proceso se desarrolla en un ambiente tridimensional (3D), además permite importar infinidad de objetos de distintos paquetes de diseño, incluyendo AutoCAD, ProE, Solid Works, etc.
- Permite la generación de distintos escenarios y condiciones variadas siendo fácil de programar.
- Aparte de permitir simular sistemas discretos, también admite la simulación de fluidos o modelos combinados continuo-discreto.
- Las distribuciones de probabilidad se pueden presentar con mucha precisión en lugar de valores promedios para presentar finalmente la realidad.
- Los gráficos, reportes y todo lo que se refiere a estadísticos se puede revisar a detalle. [78]:

2.1.56. Tipos de uso del FlexSim

Se utiliza tanto por ingenieros, gerentes y tomadores de decisiones que esperan validar, mejorar o únicamente aprender más sobre sus procesos existentes o planificados dentro de empresas. [79].

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Diseño del proceso productivo de bandejas biodegradables a partir de fécula de maíz.

En la investigación de García, García, Olaya, Rosas, & Vignolo el presente proyecto ha tenido como principal motivación contribuir a salvar el planeta del daño que está

sufriendo, por ello han buscado sustituir un producto hecho de plásticos convencionales y usado mayormente por la población mundial como descartable, por uno nuevo que este hecho de un recurso natural, como la fécula de maíz, para que sea biodegradable y por lo tanto amigable con el ambiente. [80]

Ellos redactan que para elaborar bioplástico se requieren como materiales el almidón (48 g) que se puede obtener a partir de la fécula de maíz y se utilizan como materiales complementarios; agua destilada (150 ml), glicerina (16 ml), vinagre (21 ml), pegamento de arroz (16 g), gelatina colapez (20 g) y agua no potable. [80]

Así también, nos detallan que para la obtención de almidón a partir de granos de maíz se realiza el siguiente procedimiento: se receptan los granos del maíz ,se hace una selección y lavado de los granos para luego proceder a colocarlos en la máquina de secado, posteriormente los granos secos son triturados y macerados en un periodo de 30-50 horas en una solución de SO₂ al 0.1 - 0.2% ,se realiza una segunda trituración, un filtrado y una centrifugación para eliminar la proteína y realizar un segundo secado para obtener almidón puro y seco. [80]

Teniendo como resultado para la elaboración de bioplástico a partir del almidón de la fécula de maíz, el siguiente proceso; mezclan los gránulos de almidón con toda la materia prima e insumos disueltos, se cocina a una temperatura de 80°, posteriormente se ingresa la mezcla a los extrusores para obtener el polímero deseado, obteniendo un bioplástico con mayor resistencia de tracción, dureza, permeabilidad y resistencia a la perforación. [80]

2.2.2. Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz

Según la investigación realizada por Alma Quiñonez en su tesis “Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz”, gracias a los recursos producidos por la tierra como el maíz, papa o yuca, entre otras, que contienen almidón, al extraerlo este puede servir como base para producir un polímero biodegradable con el cual se pueden fabricar bolsas para recolectar desperdicios orgánicos o empaques para

productos varios (en forma de película, bandeja, etc.), este polímero al ser compostado, puede descomponerse produciendo abono orgánico que sirve como fertilizante de los suelos que nuevamente producirán las plantas que contienen almidón. El uso de los polímeros biodegradables tales como el almidón pueden ser una solución interesante debido a su relativa abundancia y fácil biodegradabilidad. [81]

Es por eso que en esta investigación se plantea un método de obtención (a escala de laboratorio) de un bioplástico a partir de almidón de maíz, que es un recurso natural renovable. Los plásticos biodegradables ofrecen una serie de ventajas cuando se comparan con los plásticos convencionales. Estos son completamente degradados en compuestos que no dañan el medio ambiente: agua, dióxido de carbono y humus. Tal y como se comprobó en la parte experimental. [81]

Al material obtenido le realizaron pruebas mecánicas y fisicoquímicas, para comprobar su resistencia y porcentaje de biodegradabilidad con el fin de demostrar que es un bioplástico y dar recomendaciones de los posibles usos industriales que pueda tener. [81]

2.2.3. Obtención de bioplástico a partir de almidón de maíz (zea mays)

En la investigación de Adriana, Vellán; Dayana, Díaz; Angie, Mendoza; María, Zambrano; Yuly, Zamora; Antonieta, Riera María (2020) el objetivo fue extraer almidón de los granos de maíz para luego emplearlo con glicerina y ácido acético en la elaboración de una lámina de bioplástico. En donde el almidón de maíz (5.72 g) obtenido a partir del grano mediante el método de nixtamalización en conjunto con la mezcla con agua destilada (17 ml), glicerina (1.7 ml) y ácido acético (3ml) sirven como materiales para la obtención de bioplástico, y se tiene como resultado un alto nivel de degradación con un porcentaje de 89,40% en 42 días. [82]

En la extracción del almidón de maíz lo llevaron a cabo a través de seis etapas: maceración, molienda húmeda, filtración de la suspensión, sedimentación, lavado y por último el secado del almidón, a este método que va de la mano con la molienda húmeda se lo denomina método de Nixtamalización. [82]

Una vez realizados los procesos correspondientes se obtuvo un bioplástico con un

rendimiento de 5,72% inferior respecto a otros casos estudiados y un porcentaje de degradación del bioplástico de 89,40% para un periodo de 42 días de experimentación, siendo este último bastante satisfactorio en comparación con los requerimientos establecidos en normativas internacionales para este tipo de materiales. [82]

2.2.4. Diseño del proceso productivo de envases biodegradables a base de cascarilla de arroz y hojilla de algarrobo en la región Piura

En el proyecto de investigación realizado por Pedro Añanca se analizó el diseño del proceso productivo de envases biodegradables a base de la cascarilla del arroz. Este estudio partió de la contaminación que se generaba en una zona local por lo que se planteó el objetivo de diseñar un proceso productivo de envases biodegradables a partir de elementos amigables con el medio ambiente. Dentro de las principales conclusiones se tuvieron que el diseño del proceso productivo permitió identificar las principales fuentes de abastecimiento de la materia prima, así como realizar alianzas con proveedores y productores, lo que permitió controlar los costos y minimizarlos. [83]

El estudio citado se relaciona con el presente proyecto dado que se analiza el diseño de un proceso productivo para la generación de envases amigables con el medio ambiente y que minimicen el impacto en la contaminación ambiental. [83]

CAPÍTULO III
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

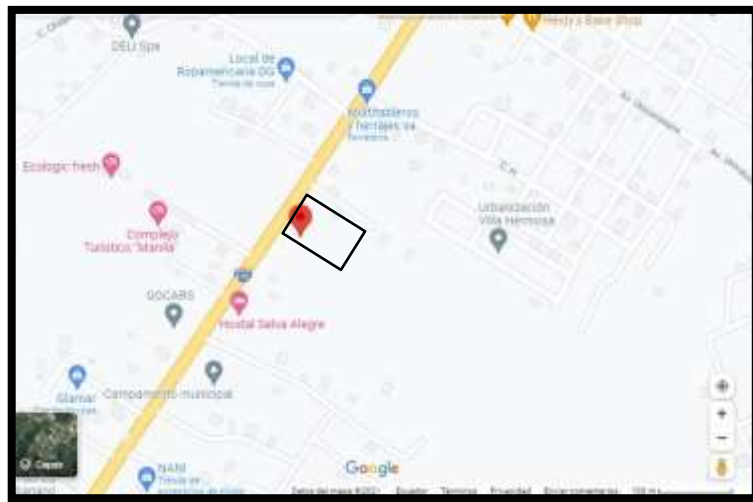
3.1. Localización

La planta será ubicada en la provincia de Los Ríos, en el cantón Quevedo, en el Sector El Guayacán, en la Av. Transversal Central a pocos metros del Hostal Selva Alegre.

3.1.1. Coordenadas

(-1.054120, -79.484910)

Gráfico 2: Localización de la planta en Google Maps



FUENTE: GOOGLE PAPS

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

3.2. Tipos de investigación

3.2.1. Investigación explicativa.

La investigación explicativa permitió conocer las causas y consecuencias de la mala gestión de los residuos del maíz en el cantón Quevedo.

3.2.2. Investigación bibliográfica.

En el presente trabajo investigativo utilizará fuentes bibliográficas, artículos científicos, libros e internet, para dar correlación a lo investigado.

3.2.3. Investigación descriptiva experimental.

En esta investigación se caracteriza muchas variables sobre el análisis del proceso de obtención de bioplástico a partir de almidón de maíz para la elaboración de envases biodegradables.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Inductivo

Se empleó mediante un diseño experimental el cual permitió analizar los factores para la elaboración de envases a partir de un bioplástico basado en almidón de maíz, donde se consideró el o los mejores tratamientos en estudio y a su vez se estableció que el almidón de maíz es una nueva alternativa para la obtención de envases bioplásticos.

3.3.2. Deductivo

Para este método se analizaron estudios anteriores referentes al tema a investigar, donde se dedujo variables para los factores de estudio, los cuales fueron muy importantes para la elaboración de la línea de producción de envases bioplásticos.

3.3.3. Método descriptivo.

La investigación descriptiva consiste en llegar a establecer las situaciones, hábitos y convenciones predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, métodos y personas. El propósito no se limita a la recolección de información, sino a pronosticar e identificar las relaciones que existen entre dos o más variables. Mediante esta metodología se pudo detallar información relevante del proceso del cultivo y gestión de los residuos del maíz.

3.3.4. Método Bibliográfico.

El uso de este método proporciono información fundamental de libros, trabajos de tesis, artículos científicos, revistas científicas y de sitios web, con la finalidad de obtener información confiable que ayuden a la realización de los objetivos planteados.

3.3.5. Método cuantitativo

Este método permitió obtener información cuantitativa para la realización del estudio de casos en las diferentes pruebas de elaboración de bioplásticos, así como también el presupuesto de este proyecto, el mismo que será de utilidad para implementar mejoras relacionadas con la investigación.

3.4. Fuentes de recopilación

3.4.1. Fuentes primarias

Se realizó una encuesta a una parte estratégica de la población para la obtención de información referente a la demanda del producto.

3.4.2. Fuentes secundarias.

En el presente trabajo de investigación se empleó fuentes bibliográficas, revistas científicas, artículos científicos, libros y búsquedas de repositorios académicos en plataformas como Google académicos, entre otros, para así proceder con la investigación.

3.5. Diseño de la investigación

3.5.1. Diseño Experimental

En la elaboración del estudio experimental del proceso de obtención de almidón para elaborar envases biodegradables, se realizó por medio de un diseño factorial de bloques

completos al azar ($A*B$) $A=2$ $B=2$, para el factor A se utilizó residuos de maíz como fuentes de almidón provenientes de (cáscara y elote), y para el factor B se utilizó dos tipos de métodos (Nixtamalización y Molienda Húmeda) para la extracción de almidón, dando un total de 4 tratamientos los cuales se sometieron a 2 repeticiones.

3.5.2. Factores en estudio y niveles

Los factores de estudio que intervinieron en esta investigación son los siguientes:

Tabla 2: Descripción de los factores de estudio

Factores	Simbolog	Descripción
Factor A	a_0	Cáscara
Residuos de Maíz	a_1	Elote
Factor B	b_0	Nixtamalización
Métodos para la extracción de almidón	b_1	Molienda húmeda

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

3.5.3. Evaluación del rendimiento de la materia prima

Se aplicó un balance de materia para determinar el rendimiento con la finalidad de generar información necesaria para la elaboración del proyecto.

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Diseño estadístico de la investigación

Para determinar los efectos producidos entre los diferentes niveles y tratamientos, se utilizó la prueba de significación Tukey.

Tabla 3: Estudio de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Réplica	2
Factor A (Residuos)	2
Factor B (Métodos)	2
A*B	4
Error experimental	3
TOTAL	13

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

$$\diamond \text{ Error experimental} = (t - 1) (r - 1)$$

$$\text{Error experimental} = (4 - 1) (2 - 1) = 3 \cdot 1 = 3$$

a. Interpretación: se obtuvieron 4 tratamientos dado que se va a realizar el estudio de la elaboración de envases biodegradables a base de residuos del maíz, de los cuales contamos con 2 posibles, para ello se considera necesario 3 repeticiones dándonos así la suma de los grados de libertad 14 unidades experimentales.

Tabla 4: Propiedades del experimento

Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	2
Unidades experimentales	8

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

3.7. Tratamientos de la investigación

En los tratamientos se combinaron todos los niveles de factores de estudio: Factor A fuente de almidón de maíz (a_0 elote, a_1 cáscara); Factor B dos tipos de métodos para la extracción de almidón (b_0 Nixtamalización, b_1 Molienda húmeda) según el diseño, a

primera instancia se presenta el diseño de obtención de bioplásticos, el cual presenta la relación entre los factores fuente de almidón como materias primas vegetales y tipos de plastificantes.

Tabla 5: Combinación de los tratamientos

Nº	Simbología	Descripción
1	a_0b_0	Elote + Nixtamalización
2	a_0b_1	Elote + Molienda húmeda
3	a_1b_0	Cáscara + Nixtamalización
4	a_1b_1	Cáscara + Molienda húmeda

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Tabla 6: Normas para biodegradabilidad del plástico

NORMAS PARA BIODEGRADABILIDAD DEL PLÁSTICO

NORMA	NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 2 542
NORMA	NORMA ASTM D-5488D

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

3.8. Talento humano, materiales y equipos

3.8.1. Talento humano

En la ejecución de esta investigación intervino el director de proyecto de investigación y las estudiantes egresadas de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo que desarrollaron el trabajo mencionado.

3.8.2. Materiales y equipos

De forma detallada se presenta la lista de materiales y equipos utilizados en la realización de la investigación:

Tabla 7: Equipos y materiales usados

Materiales	Equipos	Otros	Reactivos
Guantes, mascarilla	Estufa	Cámara fotográfica	Agua destilada
s, mandil.			
Recipientes de acero inoxidable.	Termómetro TRACEABLE	Computadora	Gliserina
Tamiz	Balanza eléctrica OHAUS	Flash memory	Ácido acético(vinagre)
Recipientes de aluminio	Potenciómetro	Etiquetas	
Gorro quirúrgico	Deshidratador	Marcadores	
Cuchillo de acero inoxidable	Licuada Industrial	Cuaderno	
Cuchara de acero inoxidable	Molino	Lapiceros	
Probetas 10ml y 100ml			
Vaso precipitado			
Olla de acero inoxidable			

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

3.8.3. Procedimiento Obtención del almidón

3.8.3.1. Primer tratamiento: Para cascara con molienda húmeda

R1

- Almidón 5 gr
- Agua destilada 30ml
- Gliserina 5ml
- Ácido acético 2,5ml

R2

- Almidón 5 gr
- Agua destilada 30ml
- Gliserina 5ml
- Ácido acético 2,5ml

R3

- Almidón 5 gr
- Agua destilada 30ml
- Gliserina 5ml
- Ácido acético 2,5ml

3.8.3.2. Segundo tratamiento: Para cáscara con nixtamalización

R1

- Almidón 5 gr
- Agua destilada 30ml
- Gliserina 5ml
- Ácido acético 2,5ml

R2

- Almidón 5 gr
- Agua destilada 30ml
- Gliserina 5ml
- Ácido acético 2,5ml

R3

- Almidón 5 gr
- Agua destilada 30ml
- Gliserina 5ml
- Ácido acético 2,5ml

3.8.3.3. Tercer tratamiento: Para tusa y molienda húmeda

R1

- Almidón 5 gr
- Agua destilada 30ml
- Gliserina 5ml
- Ácido acético 2,5ml

R2

- Almidón 5 gr
- Agua destilada 30ml
- Gliserina 5ml
- Ácido acético 2,5ml

R3

- Almidón 5 gr
- Agua destilada 30ml
- Gliserina 5ml
- Ácido acético 2,5ml

3.8.3.4. Cuarto tratamiento: Para tusa y nixtamalización

R1

- Almidón 5 gr
- Agua destilada 30ml
- Gliserina 5ml
- Ácido acético 2,5ml

R2

- Almidón 5 gr
- Agua destilada 30ml
- Gliserina 5ml
- Ácido acético 2,5ml

R3

- Almidón 5 gr
- Agua destilada 30ml
- Gliserina 5ml
- Ácido acético 2,5ml

3.8.4. Proceso de extracción de almidón de cáscara de maíz:

3.8.4.1. Nixtamalización

Se extrae el almidón sobre la cáscara de maíz mediante el método nixtamalización. La cáscara de maíz se limpió y luego se lavó con agua destilada. Luego estas se vertieron en una olla a cocción con agua destilada hasta llegar a ebullición, luego se deja en reposo por 24 horas y se procede a moler para después añadirle agua destilada a esa masa, se deja reposar varias horas y posteriormente tamizar hasta así obtener el almidón el cual se seca en la deshidratadora.

3.8.4.2. Molienda húmeda

Se extrae el almidón por el método de molienda húmeda, el cual se selecciona las cáscaras, éstas se limpian y se lavan con agua destilada para luego ser trasladadas a un secado en horno, luego estas cáscaras se trituran en un molino, éstas se dejan en reposo con agua destilada hasta el siguiente día, para luego ser lavadas de 3 a 4 veces con agua corriente, posteriormente pasará a una serie de matices en donde se separará la mezcla obteniendo la sedimentación del almidón, y por último se ingresa el almidón a un horno de secado.

3.8.5. Proceso de extracción de almidón del elote de maíz:

3.8.5.1. Nixtamalización

Se extrae el almidón sobre el elote de maíz mediante el método nixtamalización. El elote de maíz se limpió y luego se lavó con agua destilada. Luego éstos se vertieron en una olla a cocción con agua destilada hasta llegar a ebullición, luego se deja en reposo por 24 horas y se procede a moler para después añadirle agua destilada a esa masa, se deja reposar varias horas y posteriormente tamizar hasta así obtener el almidón el cual se seca en la deshidratadora.

3.8.5.2. Molienda húmeda

Se extrae el almidón por el método de molienda húmeda, el cual se corta el elote en pedazos, estos pedazos se limpian y luego se lavan con agua destilada para luego ser trasladados a un secado en horno, luego estos pedazos se trituran en un molino, estos se dejan en reposo con agua destilada hasta el siguiente día, para luego ser lavados de 3 a 4 veces con agua corriente, posteriormente pasará a una serie de matices en donde se separará la mezcla obteniendo la sedimentación del almidón, y por último se ingresa el almidón a un horno de secado.

3.8.6. Obtención bioplástica

La solución se preparó mezclando ácido acético, glicerina, agua destilada junto con la pulpa del elote de maíz. Aditivo también agregado a la solución y se agitó a una temperatura de 70° C hasta obtener la cocción y la solución se vuelva homogéneo. Luego se vertió la solución sobre la placa de vidrio y dejó secar a temperatura ambiente y humedad durante dos días. Después de que la película esté completamente seca, luego, la película se despegó de la placa de vidrio.

3.8.7. Elaboración de envases

Se mezcla el biopolímero junto con sus materiales complementarios en una mezcladora térmica a 80°C, en donde esta mezcla pasa a cocción y posteriormente a la extrusora en donde se le añade agua, y por último procede al prensado y moldeado del envase.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Influencia del almidón de los residuos de maíz como materia prima en la elaboración de envases biodegradables.

4.1.2. Desarrollo experimental

Tabla 8: Descripción de los factores de estudio

Factores	Simbología	Descripción
Factor A	a_0	Elote
Residuos de maíz	a_1	Cáscara
Factor B	b_0	Nixtamalización
Tipo de Método para la extracción de almidón	b_1	Molienda húmeda

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.1.3. Combinación de los tratamientos para la obtención

Tabla 9: Combinación de los tratamientos

N°	Simbología	Descripción
1	$a_0 b_0$	Elote + Nixtamalización
2	$a_0 b_1$	Elote + Molienda húmeda
3	$a_1 b_0$	Cáscara + Nixtamalización
4	$a_1 b_1$	Cáscara + Molienda húmeda

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.1.4. Proceso de obtención del almidón de los residuos de maíz (cáscara y elote)

4.1.4.1. Diagrama de flujo de la obtención del almidón mediante Nixtamalización.

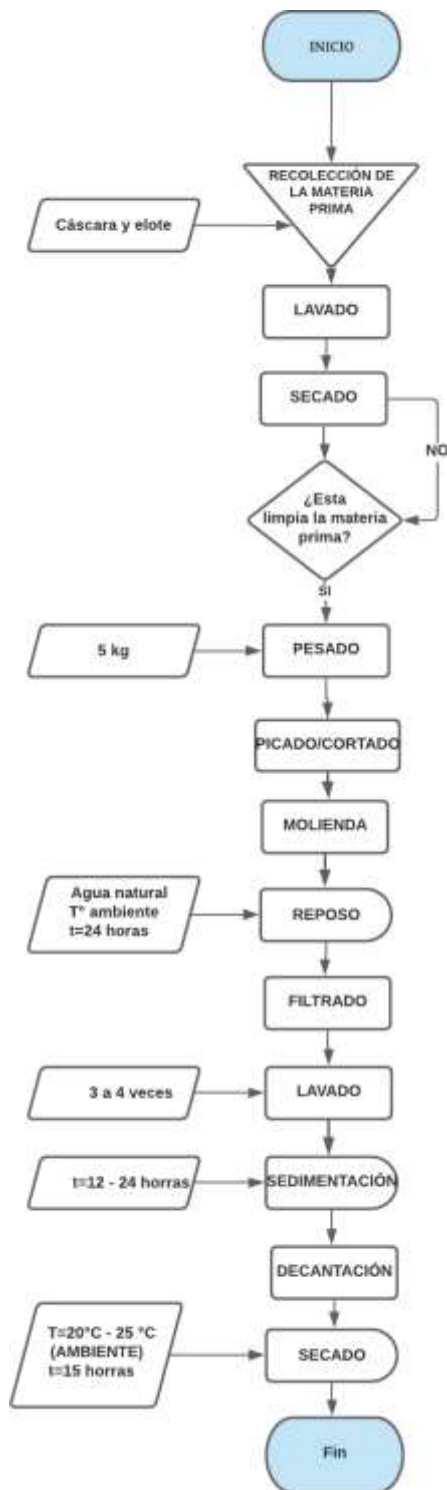
Gráfico 3: Diagrama de flujo de la obtención del almidón mediante Nixtamalización



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.1.4.2. Diagrama de flujo de la obtención del almidón mediante molienda húmeda.

Gráfico 4: Diagrama de flujo para la obtención del almidón mediante molienda húmeda



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.1.5. Cálculo del rendimiento, humedad y ceniza del proceso de extracción del almidón.

4.1.5.1. Rendimiento de masa del proceso

Debido a que durante el proceso de extracción del almidón de diferentes tipos de residuos (cáscara y elote) existen pérdidas de masa dentro de fases de proceso, se tomó como criterio de evaluación el rendimiento del proceso considerando la eficiencia de la extracción del almidón puro a partir del contenido total. [84]

Ecuación 2: Rendimiento del almidón

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{masa de almidón obtenido (salida)}}{\text{masa de la materia prima (entrada)}} \times 100$$

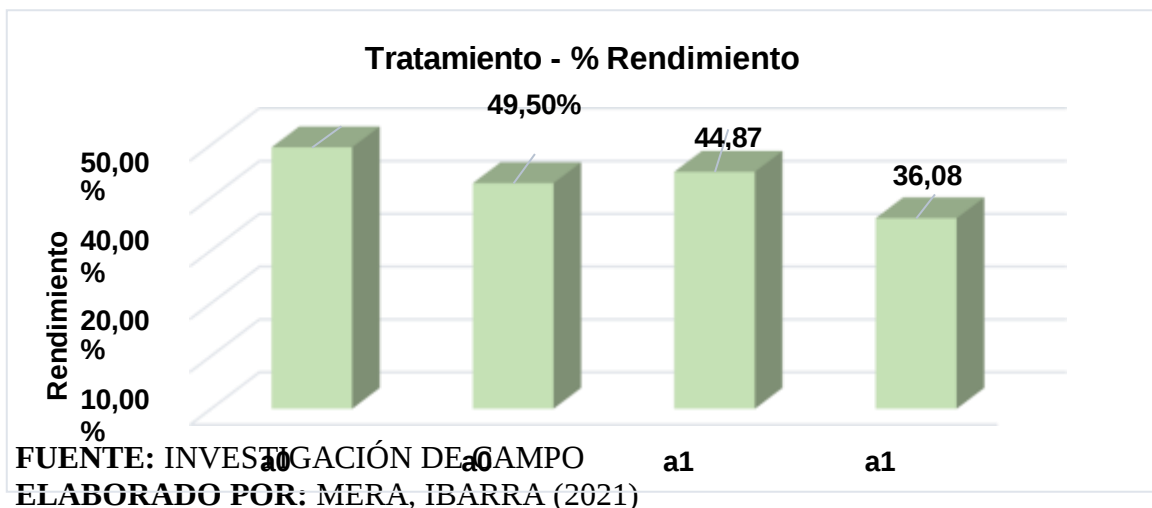
Tabla 10: Rendimiento en obtención del almidón

Tratamiento	Replica	Entrada (g)	Salida (g)	Promedio de salida (g)	Rendimiento del proceso
a0 b0	1	5000	2375.00	2475.00	49.50%
	2		2423.33		
	3		2626.67		
a0 b1	1	5000	2104.83	2136.11	42.72%
	2		2058.83		
	3		2244.67		
a1 b0	1	5000	2403.50	2243.44	44.87%
	2		1993.67		
	3		2333.17		
a1 b1	1	5000	1807.50	1804.22	36.08%
	2		1893.83		
	3		1711.33		

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 5: Rendimiento en obtención del almidón



- **Interpretación**

El gráfico 5 muestra los rendimientos totales del proceso de extracción del almidón bajo los dos métodos (Nixtamalización y Molienda húmedo) y dos tipos de residuos del maíz (cáscara y elote), en el cual se evidencia que el mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento $a_0 b_0$ (Elote + Nixtamalización) con un rendimiento del 49.50%.

- **Análisis de varianza.**

Se realizó el análisis de varianza de un solo de factor y prueba de Tukey, con la finalidad de identificar y corroborar diferencia significativa en cada uno de los tratamientos, por lo que se plantean las siguientes hipótesis.

- **H_0 :** En todos los tratamientos las medias son iguales.
- **H_1 :** En todos los tratamientos las medias son diferentes.

Tabla 11: ANOVA – Rendimiento

Fuente	GL	SC Adjust	MC Adjust	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0,027990	0,009330	11,16	0,003
Error	8	0,006685	0,000836		
Total	11	0,034675			

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO**ELABORADO POR:** MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

En la tabla 11 del análisis de varianza se constató donde 0.003 es el nivel de significancia y $p \leq 0.05$, demostrando la existencia de diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 12: Prueba Tukey – Rendimiento

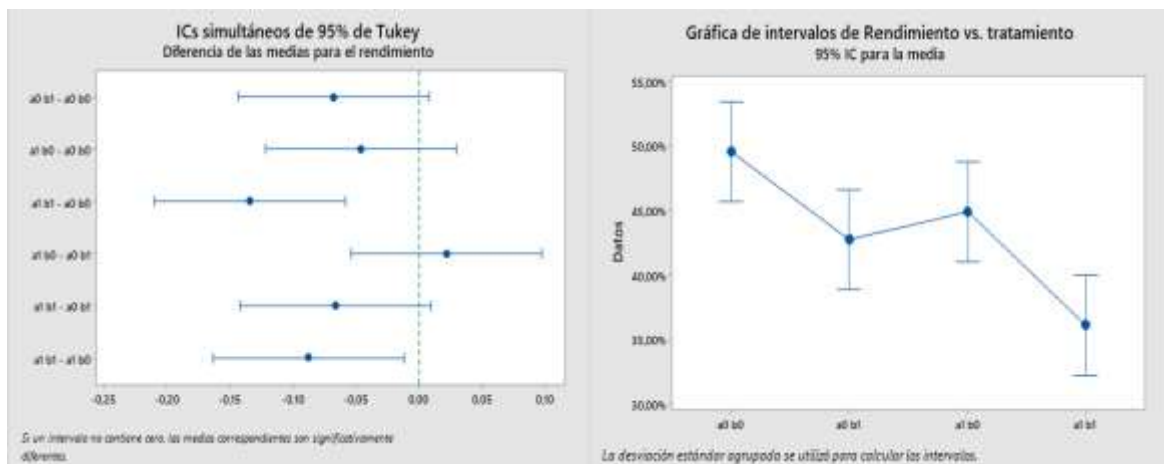
Tratamiento	Replicas	Media	Agrupación	
a0 b0	3	0.4950	A	
a1 b0	3	0.4487	A	
a0 b1	3	0.4272	A	B
a1 b1	3	0.3608		B

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO**ELABORADO POR:** MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

En la tabla se evidencia que existen solo un tratamiento (**a0 b1**) que comparten la misma letra lo que significa que no existe diferencia significativa entre ellos, sin embargo, al existir dos grupos diferentes en la evaluación de los tratamientos se deduce que el rendimiento varía de acorde al tipo de extracción o al residuo a utilizar.

Gráfico 6: Esquema de diferencias entre medias e intervalos de rendimiento vs tratamiento



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

En la diferencia de medias se puede evidenciar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, mientras que en la gráfica de intervalos Rendimiento vs. Tratamiento se observa que existe un mayor rendimiento en el tratamiento a₀ b₀ (Elote + Nixtamalización).

4.1.5.2. Determinación de la humedad

Para la determinación de humedad se aplicó la metodología AOAC 930.15 (AOAC International, 2019) el cual está basado en gravimetría y consiste en someter a las muestras del residuo del maíz (cáscara y elote) a un proceso de secado a una temperatura de 135°C por dos horas. El % de humedad será calculado mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 3: Cálculo de humedad

$$SS (\%) = \frac{m_1 - m}{m_2 - m} \times 100$$

Dónde:

- SS (%): porcentaje de componente seco en masa
- m: peso del crisol vacío (g)
- m1: peso del crisol con la muestra (g)
- m2: peso del crisol con la muestra seca (g)

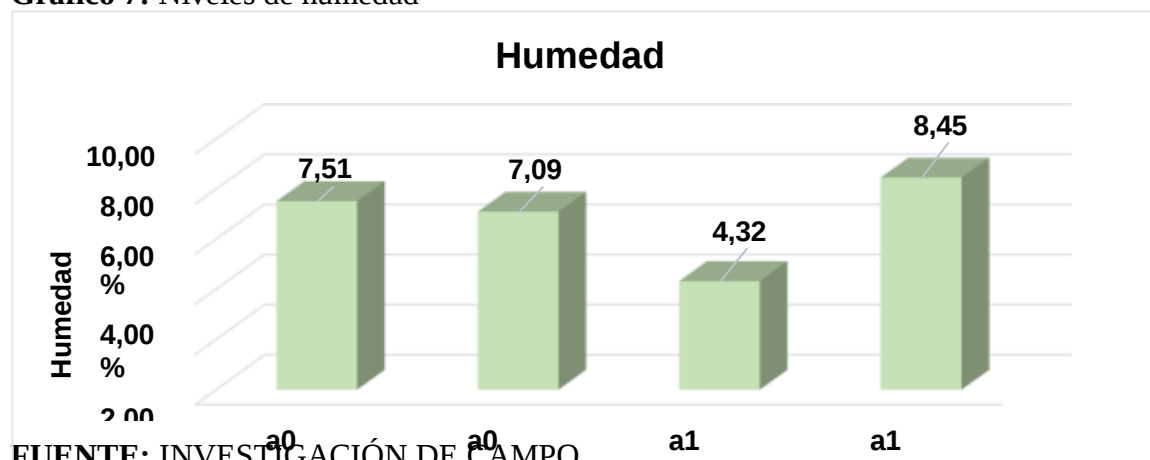
Tabla 13: Determinación de la Humedad

Humedad (%) = 100 – SS (%) Tratamiento	Replica	Humedad (%)	Media
a0 b0	1	7.40%	7.51%
	2	7.43%	
	3	7.68%	
a0 b1	1	6.59%	7.09%
	2	7.77%	
	3	6.91%	
a1 b0	1	4.15%	4.32%
	2	3.94%	
	3	4.86%	
a1 b1	1	9.17%	8.45%
	2	8.45%	
	3	7.73%	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 7: Niveles de humedad



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

El gráfico 7 muestra el porcentaje de humedad obtenido de cada tratamiento, por lo que en el tratamiento a₁ b₁ se puede observar que existe un 8.45% de humedad considerándose este tratamiento con un mayor porcentaje de humedad en comparación a los demás tratamientos.

- **Análisis de varianza del % humedad del almidón**

Tabla 14: ANOVA - Humedad almidón

Fuente	G L	SC Adjust	MC Adjust	Valor r F	Valor p
Tratamiento	3	0.002835	0.000945	32.97	0.0000
Error	8	0.000229	0.000029		
Total	11	0.003064			

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

—

En la tabla 14 del análisis de varianza se evidenció que el nivel de significancia p es de 0.0000 en donde $p \leq 0.05$ demostrando que existe una significativa diferencia entre los tratamientos.

Tabla 15: Prueba Tukey - Humedad almidón

Tratamiento	Replicas	Media	Agrupación
a0 b0	3	0.08448	A
a0 b1	3	0.075056	A
a1 b0	3	0.07087	A
a1 b1	3	0.04318	B

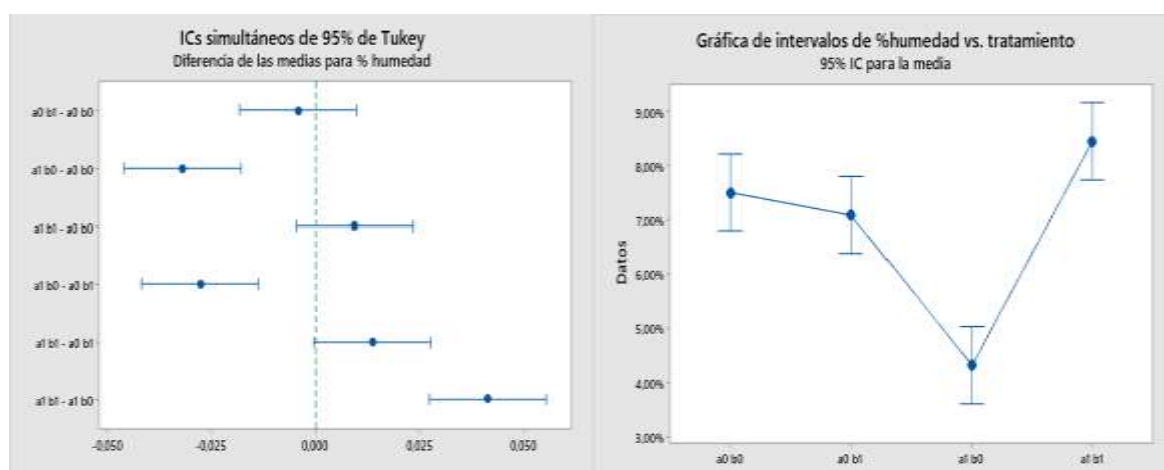
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

La prueba de Tukey muestra dos grupos diferentes para los tratamientos demostrando que existe una significativa diferencia de acuerdo a las medias en la variable humedad de los tratamientos $a_0 b_0$, $a_0 b_1$, y $a_1 b_0$ con $a_1 b_1$.

Gráfico 8: Diferencia de medias e intervalos de humedad vs tratamiento



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

En el gráfico 8, en la diferencia de medias se puede evidenciar que existe diferencia significativa entre los tratamientos, mientras que en la gráfica de intervalos % Humedad vs. Tratamiento se observa que existe un porcentaje mayor de humedad en el tratamiento $a_1 b_1$ (Cáscara + Molienda húmeda).

4.1.5.3. Determinación de cenizas

Para la determinación del % de cenizas se utilizó el método de la AOAC 942.05 [85], los residuos de maíz se colocaron en un recipiente de porcelana, los cuales fueron calentados a una temperatura de 550°C para su incineración durante 2 a 3 horas. El porcentaje de ceniza se lo realizó mediante la siguiente fórmula.

$$C (\%) = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100$$

Dónde:

- C (%) = Porcentaje de cenizas
- m: Masa de la cápsula vacía, en gramos
- m₁: masa de la cápsula con la muestra antes de incinerar, en gramos
- m₂: masa de la cápsula con la muestra posterior de la incineración, en gramos

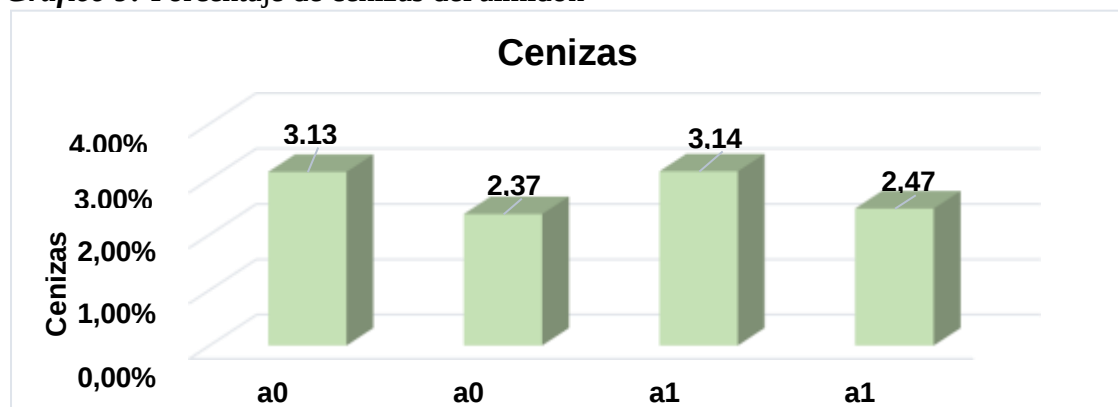
Tabla 16: Determinación de cenizas

Tratamiento	Replica	Cenizas (%)	Media (%)
a0 b0	1	4.37%	3.13%
	2	2.36%	
	3	2.67%	
a0 b1	1	1.66%	2.37%
	2	2.45%	
	3	3.01%	
a1 b0	1	1.71%	3.14%
	2	3.28%	
	3	4.46%	
a1 b1	1	1.88%	2.47%
	2	3.36%	
	3	2.18%	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 9: Porcentaje de cenizas del almidón



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

El gráfico 9 muestra el porcentaje de ceniza obtenido aplicando el método AOAC 942.05 [85] en cada tratamiento, por lo que en el tratamiento a_0b_0 y a_1b_0 se evidencian una mayor cantidad de cenizas, correspondiendo al método de nixtamalización.

- **Análisis de varianza de cenizas del almidón**

Tabla 17: ANOVA - Cenizas del almidón

Fuente	GL	SC Adjust	MC Adjust	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.000156	0.000052	0.50	0.692
Error	8	0.000830	0.000104		
Total	11	0.000986			

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

En la tabla17 del análisis de varianza del porcentaje de cenizas del almidón, muestra que $0.692 \leq 0.05$, dado eso se rechaza la hipótesis de que todas las muestras son iguales, mostrando que no existe diferencia significativa entre los tratamientos tal como lo demuestra el Test d Tukey a continuación.

Tabla 18: Prueba Tukey – Cenizas del almidón

Tratamiento	Replicas	Media	Agrupación
a1 b0	3	0.03149	A
a0 b0	3	0.03134	A
a1 b1	3	0.02473	A
A0 b1	3	0.02374	A

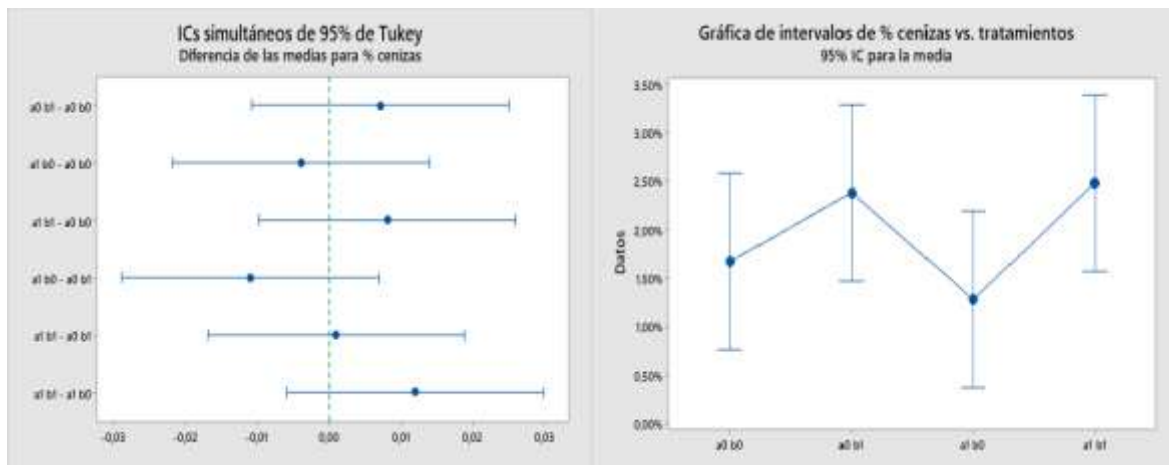
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

La prueba de Tukey muestra solo un grupo de datos, por lo que se considera la no existencia de significativas diferencias con respecto a las medias en la variable de cenizas entre los tratamientos.

Gráfico 10: Diferencia de medias e intervalos de cenizas del almidón



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

En el grafico 10, en la diferencia de medias se puede evidenciar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, mientras que en la gráfica de intervalos % Cenizas vs. Tratamiento se observa que si existe un porcentaje mayor de cenizas dentro los tratamientos para la extracción del almidón.

4.1.6. Elaboración del bioplástico a base de residuos de maíz (Zea mays).

Tabla 19: Materiales y cantidad para la elaboración de bioplástico

Tratamiento	Replicas	Material	Cantidad
a0 b0	3	Almidón	5g
		Agua destilada	30ml
		Glicerina	5ml
		Ácido acético	2,5ml
a0 b1	3	Almidón	5g
		Agua destilada	30ml
		Glicerina	5ml
		Aceite Ácido acético	2,5ml
a1 b0	3	Almidón	5g
		Agua destilada	30ml
		Glicerina	5ml
		Ácido acético	2,5ml
a1 b1	3	Almidón	5g
		Agua destilada	30ml
		Glicerina	5ml
		Ácido acético	2,5ml

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Tabla 20: Muestras de réplicas de cada tratamiento

Tratamientos	Muestra 1	Muestra 2	Observación
a₀ b₀			Seco, áspero, un poco amargo, granulado un poco oscuro
a₀ b₁			Traslucido, ligeramente húmedo, grasoso, poco áspero, olor poco amargo, quebradizo
a₁ b₀			Seco, áspero, olor poco amargo, oscuro
a₁ b₁			Ligeramente húmedo, un poco grasoso, poco áspero, opaco, un poco quebradizo

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.1.6.1. Humedad del bioplástico.

Para la determinación de la humedad del bioplástico se sometió a las muestras a un proceso de secado a 105°C por un lapso de 24 horas, el cual consistió en medir la pérdida de peso de las láminas de bioplástico, haciendo uso de la siguiente fórmula. [86]

Ecuación 5: Contenido de humedad del bioplástico

$$C. humedad (\%) = \frac{P1-P2}{P1} \times 100$$

Dónde:

- P1: Peso de la lámina de bioplástico húmeda
- P2: Peso de la lámina de bioplástico seca

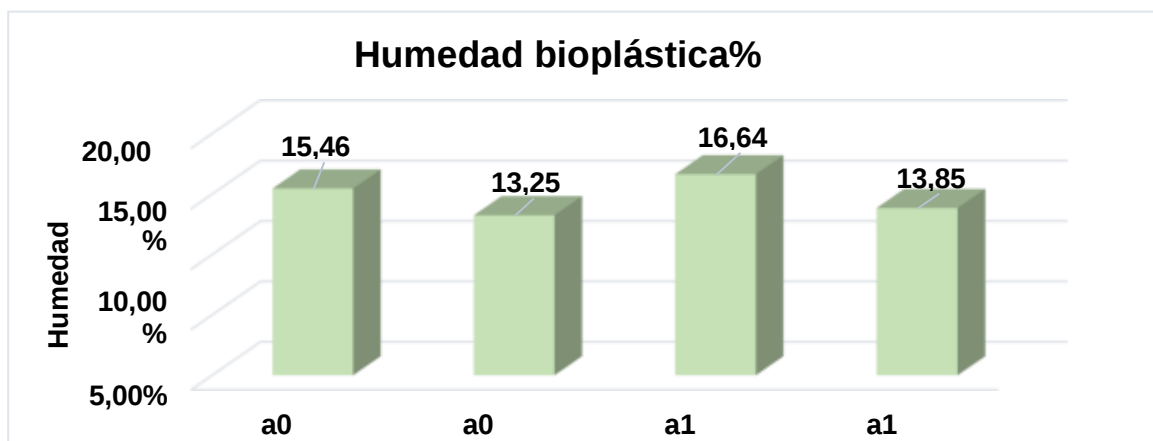
Tabla 21: Humedad del bioplástico

Tratamiento	Replica	Humedad (%)	Media
a0 b0	1	16.48%	15.46%
	2	16.70%	
	3	13.19%	
a0 b1	1	12.17%	13.25%
	2	16.61%	
	3	10.98%	
a1 b0	1	16.89%	16.64%
	2	15.38%	
	3	17.67%	
a1 b1	1	14.16%	13.85%
	2	13.80%	
	3	13.61%	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 11: Humedad del bioplástico



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

En el gráfico 11, muestra el contenido de humedad que presentan las láminas de bioplástico realizada por los diferentes tratamientos, en el cual evidencia que el mayor contenido de humedad tiene la lámina del tratamiento a₁ b₀.

- **Análisis de varianza del contenido de humedad.**

Tabla 22: ANOVA - Contenido de humedad

Fuente	GL	SC Adjust	MC Adjust	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.002136	0.000712	2.02	0.19
Error	8	0.002821	0.000353		
Total	11	0.004957			

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

Se evidencia en la tabla de análisis de varianza el nivel de significancia p es de 0.19 en dónde no se cumple $p \leq 0.05$ donde demuestra que no existe significativa diferencia entre los tratamientos.

Tabla 23: Prueba Tukey - Humedad del bioplástico

Tratamiento	Replicas	Media	Agrupación
a1 b0	3	0.16647	A
a0 b0	3	0.1546	A
a1 b1	3	0.13857	A
a0 b1	3	0.1325	A

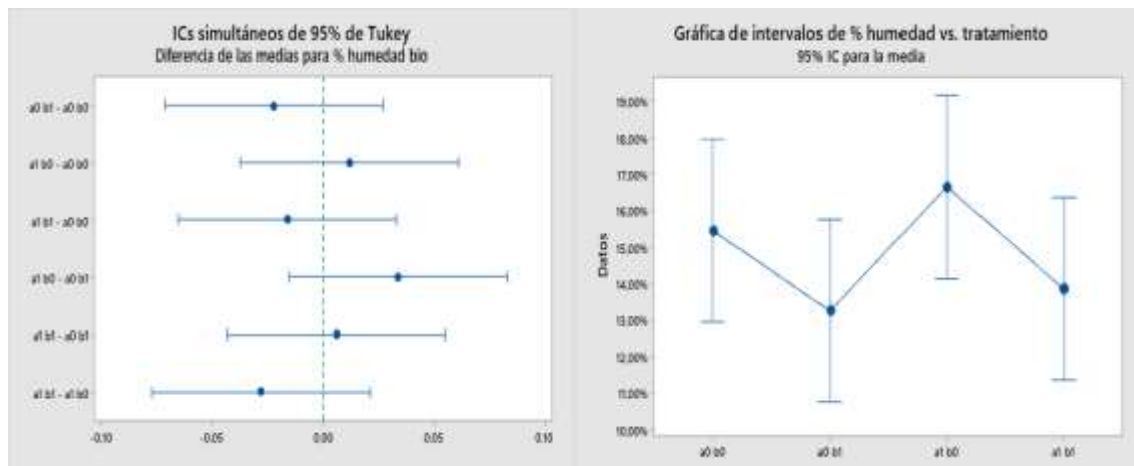
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

La prueba de Tukey muestra solo un grupo de datos, por lo que se considera la no existencia de significativas diferencias de acuerdo a las medias en la variable de cenizas entre los tratamientos.

Gráfico 12: Diferencia de medias e intervalos del contenido de humedad bioplástico vs tratamiento



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

La diferencia de medias demuestra que no existe diferencia significativa entre la relación de los tratamientos al igual que la gráfica de intervalos, también se observa que el mayor contenido de humedad en las láminas de bioplástico es en el tratamiento a1 b0, pero no es significativamente diferente al resto de las medias.

4.1.6.2. Espesor

Para la determinación del espesor de las láminas de bioplástico se utilizará un calibrador pie de rey y se tendrá como base la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 542 donde su nivel de tolerancia nominal ± 0.2 mm [87].

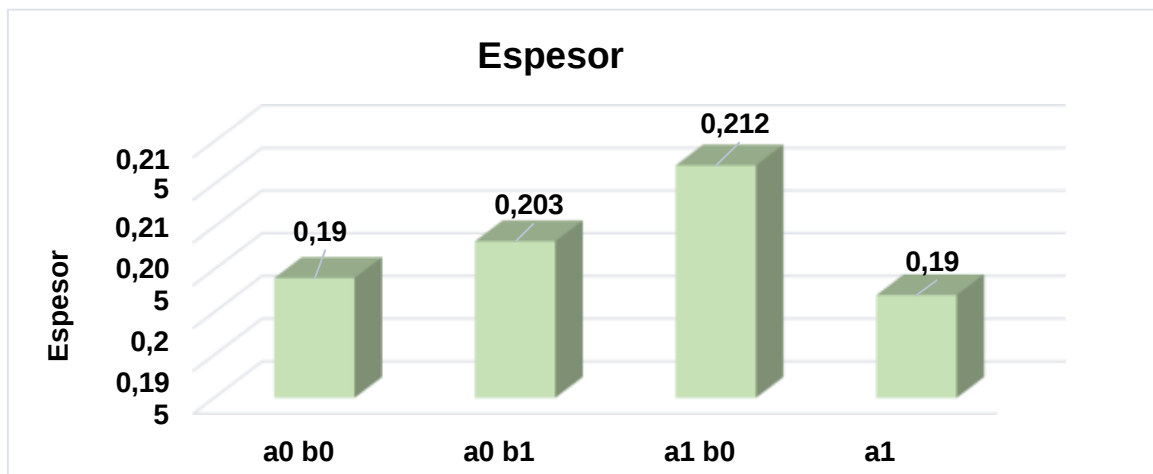
Tabla 24: Determinación del espesor

Tratamiento	Replica	Espesor (mm)	Media (mm)
a0 b0	1	0.23	0.199
	2	0.20	
	3	0.17	
a0 b1	1	0.21	0.203
	2	0.20	
	3	0.20	
a1 b0	1	0.21	0.212
	2	0.17	
	3	0.25	
a1 b1	1	0.20	0.197
	2	0.18	
	3	0.21	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 13: Espesor de láminas de bioplástico



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

El gráfico 13 muestra las medias del espesor de las diferentes muestras dónde a₀ b₀, a₀ b₁ y a₁ b₁ son los tratamientos que tienen valores similares a los que establece la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 542 de láminas de plástico, dónde su valor nominal es ± 0.2 mm [87].

- **Análisis de varianza del espesor**

Tabla 25: ANOVA – Espesor

Fuente	GL	SC Adjust	MC Adjust	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.000426	0.000142	0.2	0.896
Error	8	0.005793	0.000724		
Total	11	0.006219			

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

En la tabla del análisis de varianza se demostró que el nivel de significancia p es de 0.896 en dónde no se cumple $p \leq 0.05$ en donde se demostró que no existe significativa diferencia entre los tratamientos.

Tabla 26: Prueba Tukey – Espesor

Tratamiento	Replicas	Media	Agrupación
a1 b0	3	0.212 2	A
a0 b1	3	0.203 33	A
a0 b0	3	0.198 9	A
a1 b1	3	0.196 67	A

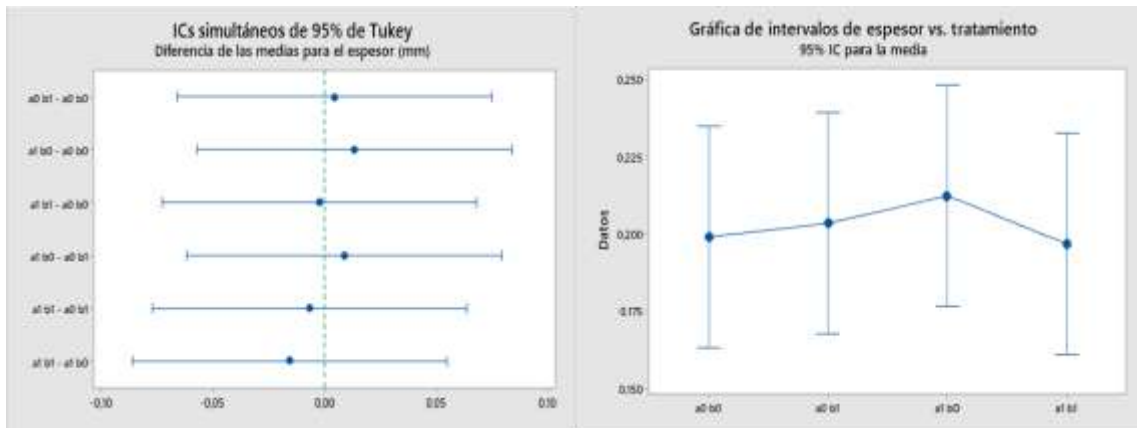
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

La prueba de Tukey muestra solo un grupo de datos, por lo que se considera la no existencia de significativa diferencia de acuerdo a las medias en la variable de cenizas entre los tratamientos.

Gráfico 14: Diferencia de medias e intervalos de espesor vs tratamiento



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

La diferencia de medias demuestra que no existe diferencia significativa entre la relación de los tratamientos al igual que la gráfica de intervalos, también se observa que el mayor espesor obtenido de las láminas de bioplástico es del tratamiento a1 b0, pero no es significativamente diferente al resto de las medias.

4.1.6.3. Densidad

Para el cálculo de la densidad de las láminas de bioplástico, se procedió a sumergir completamente las muestras en una probeta de 50 ml con agua destilada, midiendo después el volumen en cm^3 alcanzado por el agua con el bioplástico totalmente sumergido, y calculando la densidad con la siguiente fórmula: [88]

Tabla 27: Determinación de la densidad

Tratamiento	Replica	Densidad (g/cm ³)	Media (g/cm ³)
a0 b0	1	1.32	1.222
	2	1.17	
	3	1.17	
a0 b1	1	1.08	1.152
	2	1.28	
	3	1.09	
a1 b0	1	1.16	1.218
	2	1.29	
	3	1.20	
a1 b1	1	1.09	1.134
	2	1.24	
	3	1.07	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

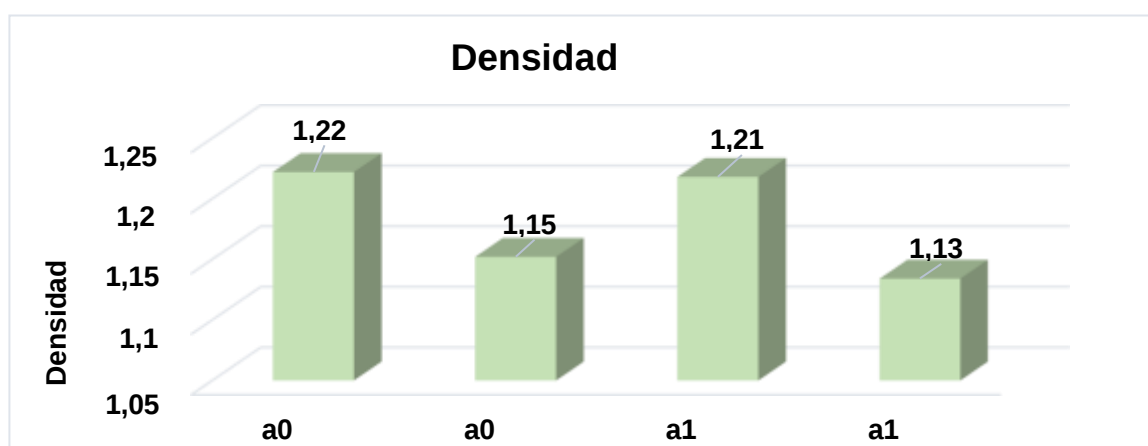
Ecuación 6: Densidad

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

- ρ = Densidad
- m = masa del bioplástico
- V = Volumen de agua

Gráfico 15: Densidad láminas de bioplástico



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

En el gráfico13 demuestra la densidad de las láminas de bioplástico realizada por los diferentes tratamientos, en el cual evidencia que las muestras que contiene una mayor densidad en comparación a las demás son **a0 b0** y **a1 b0**.

- **Análisis de varianza de la densidad.**

Tabla 28: ANOVA – Densidad

Fuente	GL	SC Adjust	MC Adjust	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.01761	0.005869	0.72	0.569
Error	8	0.06547	0.008183		
Total	11	0.08307			

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

En la tabla 28 del análisis de varianza se demostró que el nivel de significancia p es de 0.569 en dónde no se cumple $p \leq 0.05$ demostrando la no existencia significativa diferencia entre los tratamientos.

Tabla 29: Prueba Tukey - Densidad bioplástico

Tratamiento	Replicas	Media	Agrupación
a1 b0	3	1.222	A
a0 b0	3	1.2178	A
a1 b1	3	1.1522	A
a0 b1	3	1.1344	A

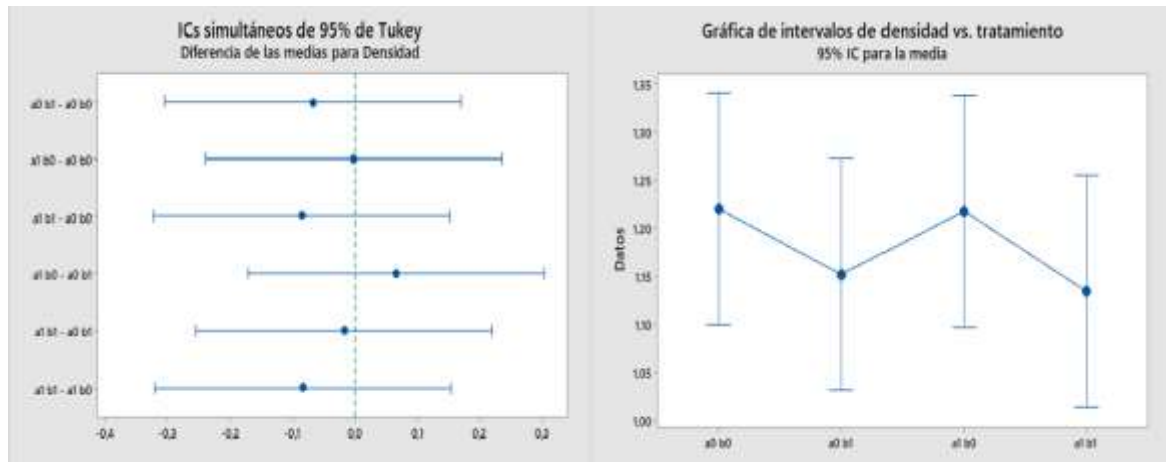
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

La prueba de Tukey muestra solo un grupo de datos, por lo que se considera la no existencia significativa diferencia de acuerdo a las medias en la variable de cenizas entre los tratamientos.

Gráfico 16: Diferencia de medias e intervalos de la densidad bioplástico vs tratamiento



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

En el gráfico 16 demuestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, mientras que en la gráfica de densidad vs tratamiento se observa existe dos muestras contienen una mayor densidad en comparación a las demás son a0 b0 y a1 b0 pero no son significativamente diferentes al resto de los tratamientos.

4.1.6.4. Biodegradabilidad

La biodegradabilidad del bioplástico se da bajo la acción enzimática de microorganismo según la normativa [89], para el cálculo se usó el valor porcentual de la pérdida de peso en un tiempo determinado en distintos escenarios. Se utilizó la siguiente formula. [90]

Ecuación 7: Biodegradación

$$Pis = Pih - Pih \times \frac{\%H}{100}$$

Donde:

- **Pis:** Peso inicial seco, en gramos
- **Pih:** peso inicial húmedo
- **%H:** porcentaje de humedad

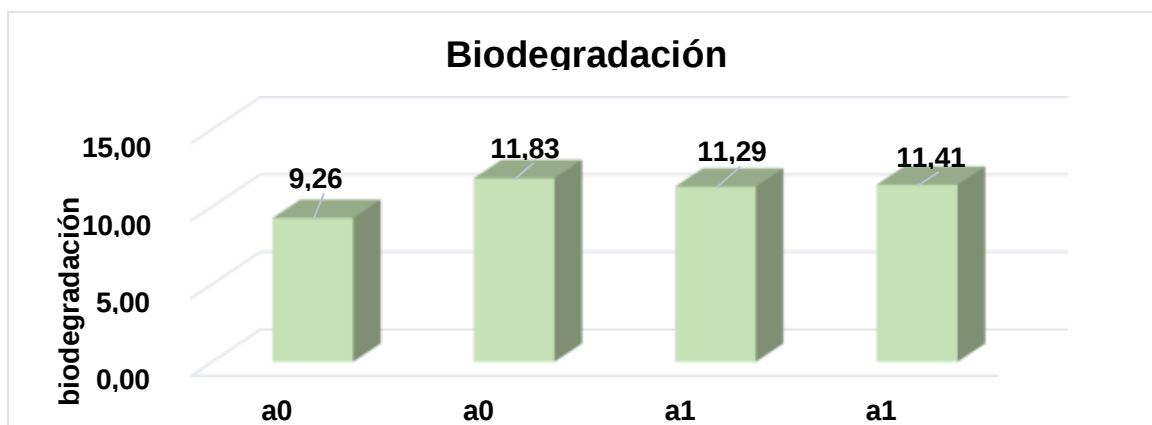
Tabla 30: Determinación de la biodegradabilidad

Tratamiento	Replica	Biodegradación* (%)	Media (%)
a ₀ b ₀	1	7.43%	9.26%
	2	8.70%	
	3	11.63%	
a ₀ b ₁	1	8.43%	11.83%
	2	12.77%	
	3	14.30%	
a ₁ b ₀	1	13.30%	11.29%
	2	8.30%	
	3	12.27%	
a ₁ b ₁	1	12.90%	11.41%
	2	12.60%	
	3	8.73%	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 17: Biodegradación láminas bioplástico



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

En el gráfico 17, muestra el porcentaje de biodegradabilidad de las láminas de bioplástico realizada por los diferentes tratamientos, en la cual se observa que el tratamiento que tiene un menor porcentaje de biodegradación es el a₀ b₀.

- **Análisis de varianza biodegradabilidad**

Tabla 31: ANOVA – Biodegradabilidad

Fuente	GL	SC Adjust	MC Adjust	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.001194	0.000398	0.61	0.6290
Error	8	0.005253	0.000657		
Total	11	0.006447			

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

En la tabla 31 del análisis de varianza se demostró que el nivel de significancia p es de 0.6290 en donde no se cumple $p \leq 0.05$ demostrando la no existencia de significativa diferencia entre los tratamientos.

Tabla 32: Prueba Tukey – Biodegradabilidad

Tratamiento	Replicas	Media	Agrupación
a0 b1	3	0.1183	A
a1 b1	3	0.1141	A
a1 b0	3	0.1129	A
a0 b1	3	0.0926	A

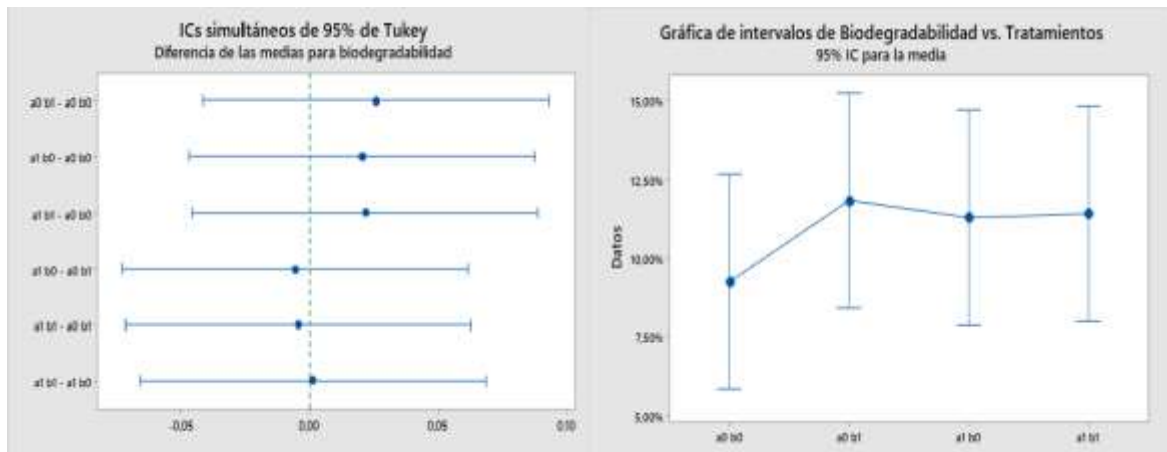
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

La prueba de Tukey muestra solo un grupo de datos, por lo que se considera que no existe diferencia significativa respecto a las medias en la variable de cenizas entre los tratamientos.

Gráfico 18: Diferencia de medias e intervalos de biodegradación vs tratamiento



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

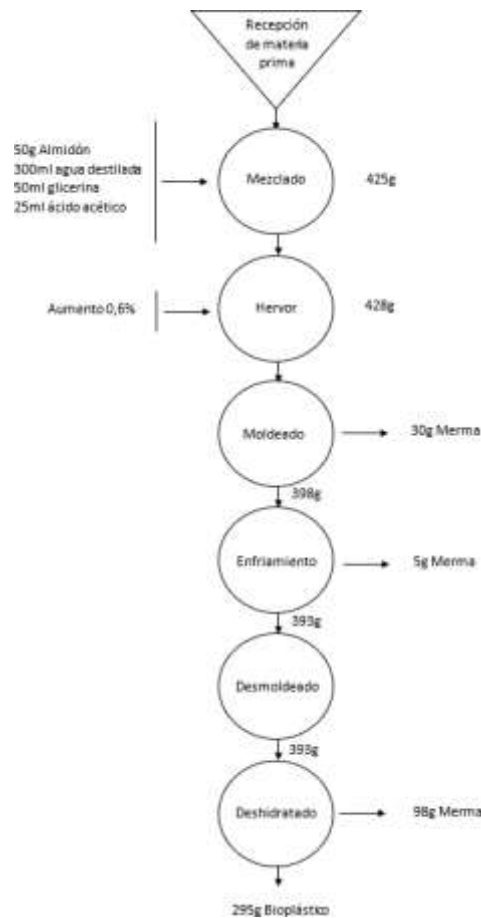
La diferencia de medias demuestra que no existe diferencia significativa entre la relación de los tratamientos al igual que la gráfica de intervalos, también se observa que el tratamiento que tiene un menor porcentaje de biodegradación es el $a_0 b_0$ sin embargo no es significativamente diferente que al resto de los medios de los tratamientos.

4.1.7. Balance de materia prima del proceso de obtención de láminas bioplásticas.

Se realizó un balance de materia prima para conocer la cantidad de rendimiento de la mezcla de materiales para la elaboración de bioplástico, de esta manera se utilizó cada insumo elevado 10 veces a su cantidad original con base a las proporciones que se

utilizaron para la elaboración de las muestras.

Gráfico 19: Balance de materia prima de la obtención de láminas bioplásticas Balance de materia prima en la obtención de lámina bioplásticas.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

La mezcla de los materiales para la elaboración de bioplástico presentó una cantidad de 425 g, luego al ser sometida a calentamiento para obtener una mezcla homogénea, ésta experimenta un aumento de masa del 0,6 % obteniendo 428 g de la misma, de esta manera al momento de pasar al proceso del moldeo y se vierte la mezcla en el molde, en las paredes del mismo quedan residuos los cuales merman de 27 g, al momento de pasar al proceso de enfriamiento del molde este tuvo una merma de 5 gramos, el cual al ser sometido al desmoldeo este sigue manteniendo su misma cantidad de masa de 393 g, y por último esta masa es sometida al secado o deshidratado en donde se pudo evidenciar que esta

pierde 98 g en merma, obteniendo como resultado final una masa de 295 g.

4.1.8. Discusión

Los residuos del maíz como son el elote y la cáscara, fueron sometidos a dos métodos de extracción (Nixtamalización y Molienda húmeda), donde se obtuvo un mayor rendimiento con un 49.50% de extracción de almidón en el tratamiento a₀ b₀ (Elote + Nixtamalización). En comparación con la investigación de Adriana, Vellán; Dayana, Díaz; Angie, Mendoza; María, Zambrano; Yuly, Zamora; Antonieta, Riera María [82] que también utilizaron el método de Nixtamalización para la extracción de almidón, pero con granos de maíz, obtuvieron un bioplástico con un rendimiento de 5,72%, donde podemos constatar que la presente investigación se encuentra entre el rango del valor establecido según la NTE INEN 2542. [87]

Posteriormente se hicieron los estudios para la medición de otras variables como la de humedad, empleando la metodología AOAC 930.15 [85], en el cual el tratamiento de mayor presencia de humedad fue el a₁ b₁ con un 8.45%, mientras que el de menor porcentaje de humedad fue el a₁ b₀ con 4.32%, presentando una diferencia significativa en el estudio de las medias, dado que el porcentaje de humedad es considerable en comparación al menor, se deduce que al tratamiento con mayor presencia de humedad es el más posible a ser afectado en otras de sus propiedades según AOAC [85].

Para la determinación de las cenizas los 4 tratamientos fueron sometidos a una temperatura de 550°C para su incineración durante 2 a 3 horas, bajo la metodología AOAC 930.15 [85] demostrando que los tratamientos a₀b₀ y a₁ b₀ se evidencian una mayor cantidad de cenizas, correspondiendo ambos a los métodos de nixtamalización, el estudio de la varianza evidencia que no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Mediante los estudios previamente realizados fue posible pasar a la siguiente fase, en la elaboración de las láminas de bioplástico, se sometió al tratamiento a un secado de 105°C por un tiempo de 24 horas, con la finalidad de medir la pérdida de peso de las láminas, siendo así el tratamiento a₁ b₀ el que mayor presencia de humedad presenta,

mientras que el de menos humedad en las láminas de bioplástico es el a0 b1 que demostrando mediante el análisis que no son significativamente diferente al resto de medias.

La determinación del espesor estuvo regida por la metodología que proporciona la INEN Norma Técnica Ecuatoriana 2542 la que establece un nivel de tolerancia nominal ± 0.2 mm [87], la diferencia de las medias demuestra que no existe una diferencia significativa entre estas, pero dado el estudio realizado determina que las medias de los tratamientos a0 b0, a0 b1 y a1 b1, siendo 0.199, 0.2033, 0.2122, respectivamente son las más aproximadas al valor nominal establecido por la INEN.

Para las respectivas pruebas de densidad fue necesario someter los tratamientos a cierto proceso, del mismo se pudo obtener las medias expresadas en g/cm³ demostrando que los tratamientos que presentan una mayor densidad en comparación a los otros son a0 b0 y a1 b0 con una media 1,222 y 1,218 respectivamente, se determina que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en ningún escenario.

Finalmente se procedió a realizar el respectivo estudio de biodegradabilidad, teniendo como base la normativa ASTM D-5488-94D, sometiendo los tratamientos a diferentes escenarios en un lapso de tiempo determinado, dando a conocer que el tratamiento con menor porcentaje de biodegradabilidad es el a0 b0 con un valor de 9,26% en comparación con los otros 3 tratamientos que sus valores oscilan entre el 11%, demostrando mediante el respectivo estudio que no existe diferencia significativa entre las muestras y se encuentra dentro de los rangos establecidos por la normativa ASTM D-5488-94D.

En la investigación de Adriana, Vellán; Dayana, Díaz; Angie, Mendoza; María, Zambrano; Yuly, Zamora; Antonieta, Riera María (2020) se obtiene un bioplástico con una biodegradabilidad de 89,40%, mientras que en el de la presente investigación el porcentaje de biodegradabilidad es de 9,26% al comparar el uno con el otro, se evidencia que el biopolímero obtenido del presente estudio es aceptable, a esto se le amerita que el tratamiento a0 b0, se encuentra entre el rango del valor establecido según la NTE INEN 2542 [87].

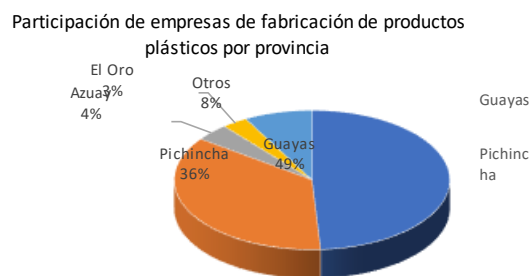
4.2. Diseño de una línea de producción para la elaboración de envases biodegradables a nivel industrial.

4.2.1. Estudio de mercado

En el Ecuador no se encuentran muchas empresas que se dediquen a la producción de bioplástico aprovechando los recursos agrícolas de la zona, debido a eso la implementación de una planta para la elaboración de bioplástico constituyen la oportunidad estratégica para la exigencia medio ambiental gestada durante estos últimos años.

Para el año 2019 hubo un total de 220 empresas que se dedicaron a la fabricación de productos plásticos generando un 70% del total de empleos ofertado por las empresas grandes. [91]

Gráfico 20: Participación de empresas en la fabricación de productos plásticos



FUENTE: [91]

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

En el PBI del sector de fabricación de productos de caucho y plástico en el año 2018 decreció en 0.18%, tendiendo una participación sobre el PBI total nacional del 0.46%

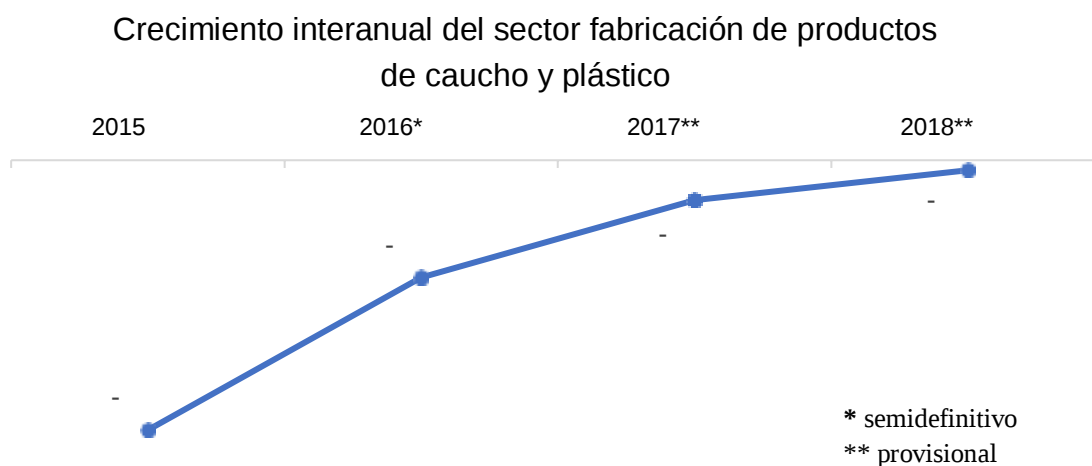
Tabla 33: Crecimiento interanual del sector fabricación de productos de caucho y plástico

Año	Fabricación de productos caucho y plástico (MM USD)	PBI Total (MM USD)	Participación PBI
2015	342.6	70,174.7	0.49%
2016*	335.5	69,314.1	0.48%
2017**	333.1	70,955.7	0.47%
2018**	332.5	71,870.5	0.46%

FUENTE: [91]

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 21: Crecimiento interanual del sector fabricación de productos de caucho y plástico



FUENTE: [91]

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

A nivel de exportaciones del sector en el año 2019 fueron 124 millones de dólares de FOB, superior a 1% en relación al año 2018 e inferior al 5% a lo registrado en el año 2015. Para el mes de junio del año 2020 las exportaciones totalizaron 47 millones de dólares de FOB, representando el 38% del valor total del FOB del año 2019. [91]

Tabla 34: Exportaciones nacionales por año

Año	Toneladas (Miles)	FOB (Miles USD)	Costo promedio por Toneladas en dólares
2015	87.82	131,329.21	1,495.45
2016	80.64	117,487.53	1.456.90
2017	79.72	108,414.84	1,359.90
2018	79.45	123,039.36	1,548.61
2019	78.94	124,329.67	1,574.95
Ene – Jun 2020	31.12	47,264.47	1,518.91

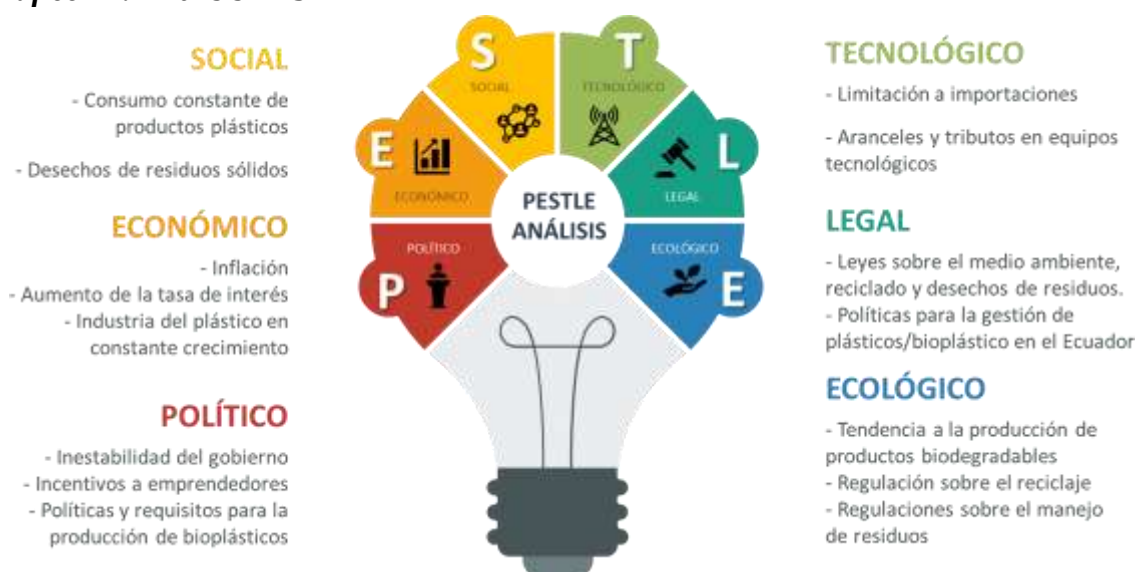
FUENTE: [91]

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.2. Análisis PESTEL

El análisis PESTEL busca establecer los aspectos Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ecológicos y Legales que afectan a la industria.

Gráfico 22: Análisis PESTLE



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.3. Análisis FODA

El análisis FODA se basa en la realización de una evaluación de factores que determinan la situación interna y externa dentro de una organización, por lo que para este caso estudiará las variables dependiente e independiente de la línea de producción de bioplásticos con la finalidad de minimizar los aspectos negativos aprovechando sus oportunidades y fortalezas.

Gráfico 23: Análisis FODA



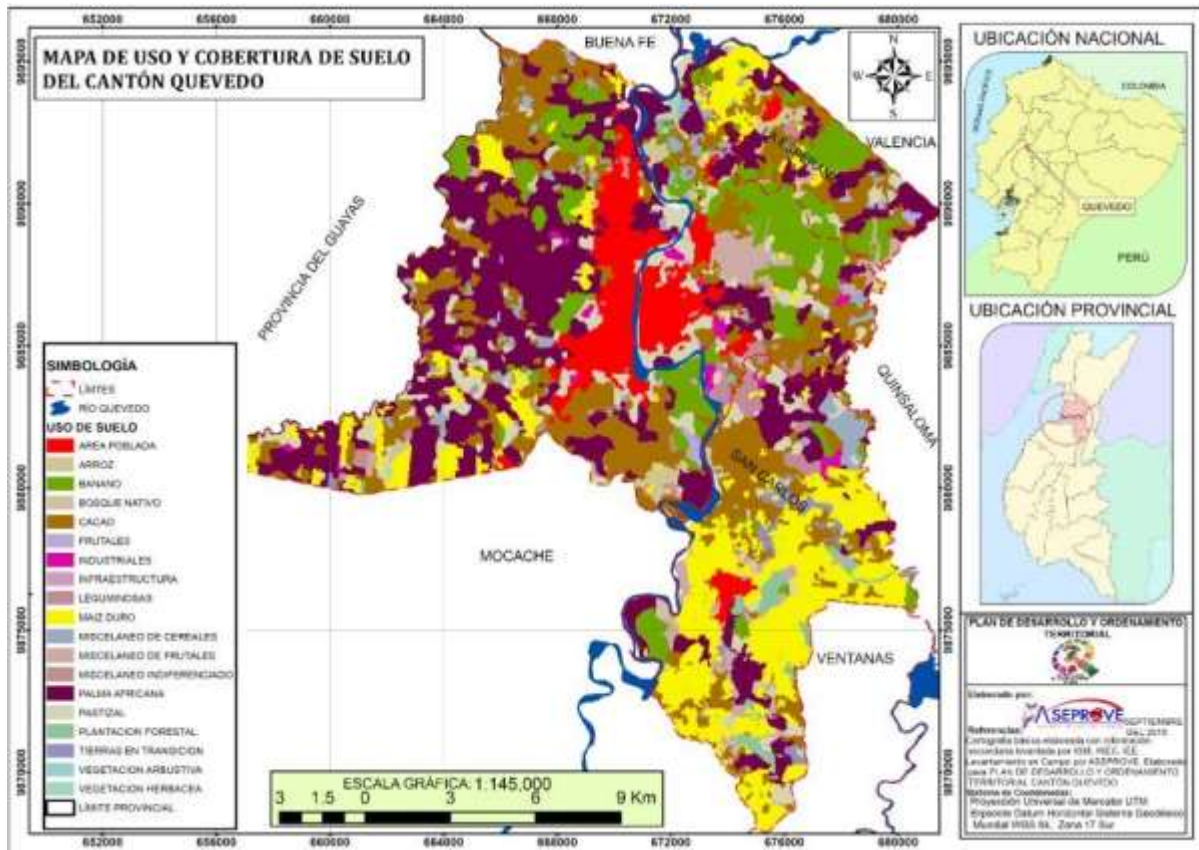
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.4. Localización

4.2.4.1. Macro localización

La planta será ubicada en la provincia de Los Ríos, en el cantón Quevedo. Según los datos del MAGAP para el año 2018 la provincia de Los Ríos tuvo superficie sembrada de 94,942 hectáreas representando el 37.17% de la superficie sembrada a nivel nacional y alcanzando una producción de 597,585 toneladas, obteniendo un rendimiento de 6.29 t/ha. [92] En el cantón Quevedo maíz, presenta una productividad que, en términos de rendimientos, fluctúa entre 3.7 t /ha (a nivel de los pequeños agricultores con tecnología tradicional) y 5.24 t /ha (a nivel tecnificado). [93]

Gráfico 24: Uso de suelo del cantón Quevedo



FUENTE: PDOT del Cantón Quevedo 2017 – 2021

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.4.2. Micro localización

Se evaluará varios factores que nos permitan definir la ubicación óptima de la planta.

Tabla 35: Microlocalización

				Alternativas			
Parroquia	San Camilo			Guayacán		La Esperanza	
Dirección	Transversal Central						
Factores	Puntos	Calific.	Ponder	Calific.	Ponder	Calific.	Ponder
Costo del terreno	0.15	8	1.20	9	1.35	9	1.35
Servicios Básicos	0.10	6	0.60	8	0.8	6	0.6
Seguridad	0.20	7	1.40	6	1.2	7	1.60
Accesibilidad	0.10	6	0.6	8	0.80	8	0.8
Materia prima							
Medio ambiente	0.15	5	0.75	8	1.2	6	0.9
Cercanía mercado meta	0.30	6	1.8	8	2.4	5	1.5
TOTAL	1.00		6.35		7.75		6.75

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Una vez analizadas los posibles lugares óptimos para la ubicación de la línea de producción, se llega a la conclusión que la mejor ubicación para que la planta sea ubicada es las siguientes coordenadas (-1.054120, -79.484910) en el Sector El Guayacán, en la Av. Transversal Central a pocos metros del Hostal Selva Alegre.

Gráfico 25: Ubicación óptima



FUENTE: GOOGLE MAPS

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.4.3. Segmentación del mercado

La segmentación de mercado, ofrece la oportunidad de ganar ventaja competitiva en un mercado de intensa competencia, por medio de la diferenciación. Se tomará como base las siguientes variables de segmentación.

- **Segmentación geográfica.** - Esta variable permite conocer el lugar y establecer la población a quiénes se le aplicará el instrumento de recolección de datos en base a la producción de envases biodegradables en el cantón Quevedo.
- **Segmentación demográfica.** - Esta variable permite conocer y detallar a nuestros clientes por edad, sexo, tamaño de la familia, ocupación, ingresos, educación, religión, raza, nacionalidades, etc.
- **Segmentación conductual.** - Esta variable nos permitirá agrupar a los clientes en función de su comportamiento al momento de tomar decisiones de compra, teniendo en consideración las necesidades y deseos de los clientes.

Tabla 36: Segmentación del mercado

Segmentación Geográfica	
País	Ecuador
Provincia	Los Ríos
Cantón	Quevedo
Sector	Urbano y Rural
Segmentación Demográfica	
Edad	15 – 65 Años
Sexo:	Masculino – Femenino – Otros
Nivel de ingresos:	Bajo – Medios – Altos
Estado laboral:	Empleo y Subempleo
Segmentación Conductual	
Uso de envases plásticos	Si – No
Frecuencia de uso	Diaria – Semanal – Quincenal – Mensual
Tipo de envases plásticos	Botellas – Vasos – Fundas – Envases de alimentos
Cantidad de uso (desecho)	Entre 0 y más de 8kg
Fomento del reciclaje	Si – No
Producción de envases bioplásticos	Fundas – Botellas – Envases de alimentos - Fundas
Lugar de adquisición	Comisariatos – Supermercados – Tiendas

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.5. Población y muestra

4.2.5.1. Población

La población a considerar en la presente investigación correspondiese obtuvo mediante los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) en su portal web, en el cual nos permite identificar las cifras de la Proyección poblacional a nivel cantonal periodo 2020 – 2025.

Tabla 37: Población proyectada cantón Quevedo

Proyección Poblacional 2020 - 2025	
Año	Población
2020	213,841
2021	217,195
2022	220,540
2023	223,860
2024	227,160
2025	230,438

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

La población a considerar se la segmentará a personas comprendidas entre los 15 a 65 años de edad en un total de 134,933 habitantes los mismos que corresponden al 62.13% en base a la pirámide poblacional del cantón Quevedo.

Gráfico 26: Pirámide poblacional de Quevedo 2021



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.5.2. Muestra

Al trabajar con una población infinita, se procede a calcular el valor de la muestra mediante la siguiente fórmula [94]:

Ecuación 8: Tamaño de la muestra

$$n = \frac{N \times (a_c \times 0.5)^2}{1 + (e^2 \times (N - 1))}$$

$$n = \frac{134933 \times (1.96 \times 0.5)^2}{1 + (0.05^2 \times (134933 - 1))} = 383 \text{ personas}$$

Tabla 38: Datos para el cálculo de la muestra

n = Tamaño de la muestra

ac = Nivel de confianza del 95% 1.96

e = Error (0.05) 0.05

N = Tamaño de la población. 134,933 habitantes

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

La muestra de 383 personas es la cantidad a quien se le debió aplicar la encuesta, pero ésta tuvo una gran aceptación por la ciudadanía por lo cual el número de encuestado mediante Google Forms fue de 425, esto se hizo con la finalidad de recolectar información que nos ayudara al desarrollo del presente proyecto de investigación.

4.2.6. Resultados de encuesta aplicada a habitantes de Quevedo.

Pregunta 1. Género

Tabla 39: Género

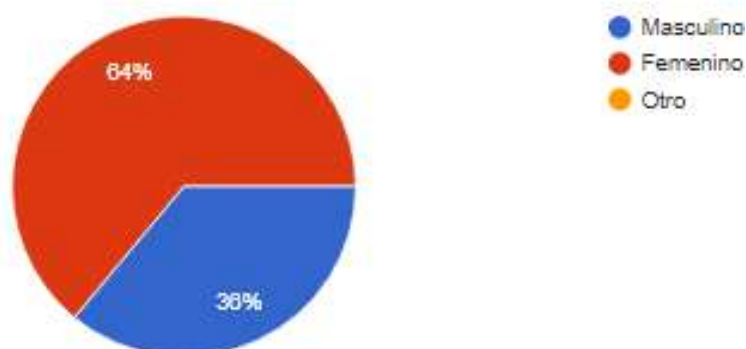
Variable	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	272	64%
Femenino	153	36%
Otro	-	-
Total	425	100%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 27: Género

425 respuestas



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

Del total de las personas quienes respondieron la encuesta, un 64% que pertenece la mayoría de ellas correspondiente a 272 personas son de género masculino, mientras que el 36% pertenecen al género femenino.

Pregunta 2. Edad

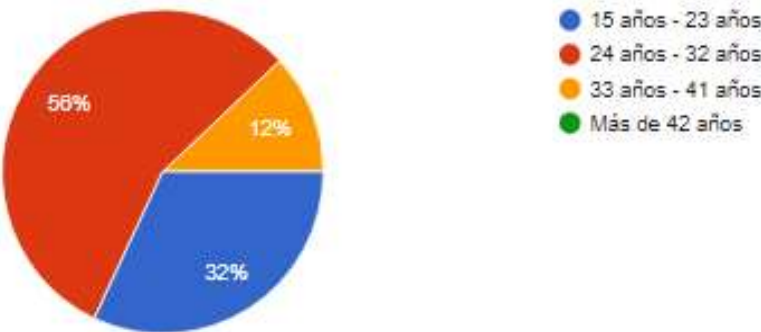
Tabla 40: Edad

Variable	Frecuencia	Porcentaje
15 años - 23 años	136	32 %
24 años - 32 años	238	56 %
33 años - 41 año	51	12 %
Más de 42 años	-	-
Total	425	100%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 28: Edad

425 respuestas



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- Interpretación**

Del total de las personas que respondieron las personas, se evidencia que un 56% pertenecen al grupo de edad entre los 24 años a 32 años, un 32% están dentro del rango de edad de 15 años a 23 años, mientras que el 12% restante están entre los 33 años a 41 años, en adición no existieron respuesta por parte de personas mayores de 42 años.

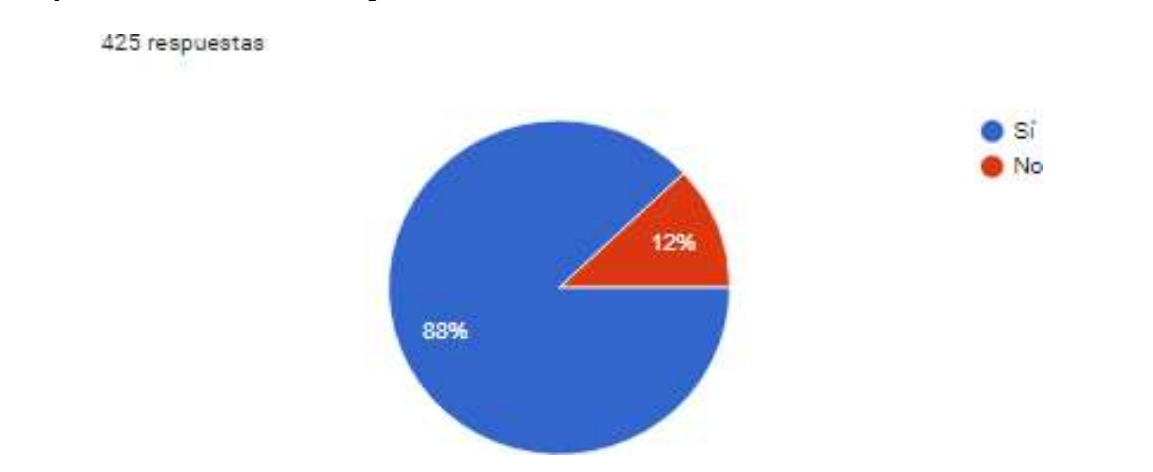
Pregunta 3. ¿Hace usted uso de envases plásticos?

Tabla 41: Uso de envases plásticos

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	374	88%
No	51	12%
Total	425	100%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 29: Uso de envases plásticos



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- Interpretación**

Los resultados de la encuesta evidencian que un 88% de las personas encuestada hacen uso de envases plásticos, mientras que un 12% correspondiente a 51 personas no hacen uso de envases plásticos.

Pregunta 4. ¿Qué tipos de envases de plástico utiliza con mayor frecuencia?

Tabla 42: Uso de envases plásticos con mayor frecuencia

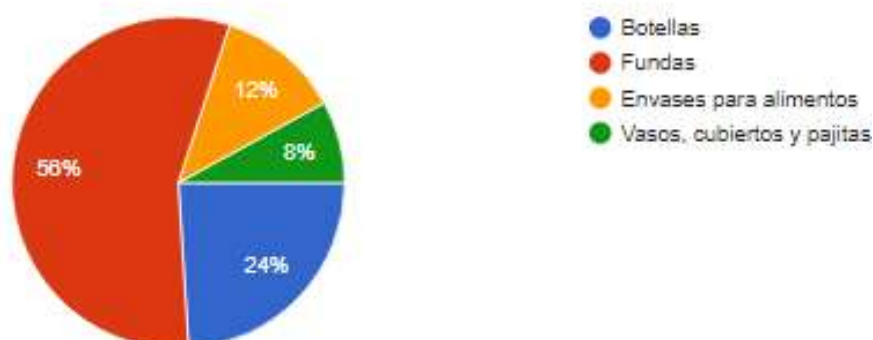
Variable	Frecuencia	Porcentaje
Botellas	102	24 %
Fundas	238	56 %
Envases para alimentos	51	12 %
Vasos, cubiertos y pajitas	34	8 %
Total	425	100%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 30: Uso de envases plásticos con mayor frecuencia

425 respuestas



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

Del total de personas quienes respondieron la encuesta, existe un 56% que hacen uso de fundas plásticas con mayor frecuencia, un 24% que corresponde a 102 personas que les dan mayor uso a botellas plásticas, un 12% cuyo uso frecuente de envases plásticos son de alimentos y un 8% restante correspondiente a vasos, cubiertos y pajitas como envases plásticos usados con mayor frecuencia.

Pregunta 5. ¿Con qué frecuencia hace uso de dichos envases?

Tabla 43: Frecuencia de uso

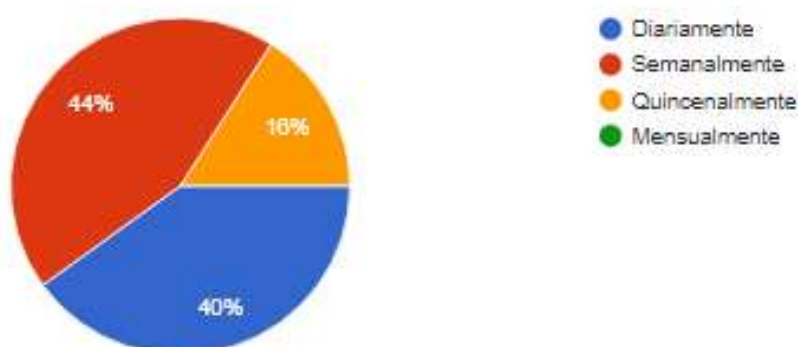
Variable	Frecuencia	Porcentaje
Diariamente	170	40%
Semanalmente	187	44%
Quincenalmente	68	16%
Mensualmente	-	-
Total	425	100%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 31: Frecuencia de uso

425 respuestas



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

Los resultados de la encuesta aplicada a la población se evidencian que hay un 44% correspondiente a 187 personas que la frecuencia con la que usan envases plásticos es semanal, un 40% de ellas donde su uso frecuente es diariamente, y un 16% restante cuyo uso frecuente de envases plásticos es de forma quincenal. No hubo respuestas para la variable de frecuencia mensual por parte de las personas encuestadas.

Pregunta 6. ¿Qué cantidad (kg) de envases plásticos descartables considera usted que desecha semanalmente?

Tabla 44: Cantidad de envases plásticos desechado

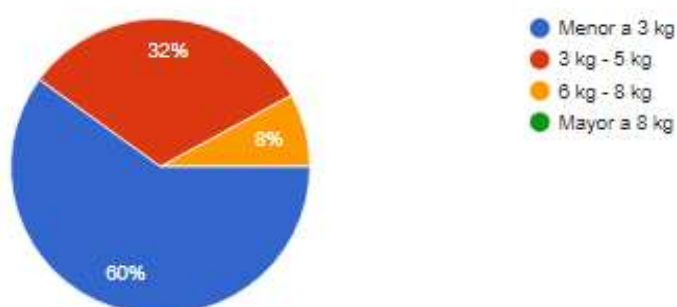
Variable	Frecuencia	Porcentaje
Menor a 3 kg	255	60%
3 kg - 5 kg	136	32%
6 kg - 8 kg	34	8%
Mayor a 8 kg	-	-
Total	425	100%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 32: Cantidad de envases plásticos desechado

425 respuestas



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

Del total de encuestados un 60% que corresponde a 255 personas manifestaron que la cantidad de plásticos que desechan es menor a 3kg, un 32% que corresponde a 136 personas que desechan entre 3 a 5 kilogramos, mientras que el restante del 8% cuyos residuos de envases plásticos descartables están entre los 6kg a 8kg. También se evidencia que no existieron personas que desechan envases plásticos en una cantidad mayor a 8kg.

Pregunta 7. ¿Usted fomenta el reciclaje de envases plásticos dentro de su familia?

Tabla 45: Fomentar el reciclaje

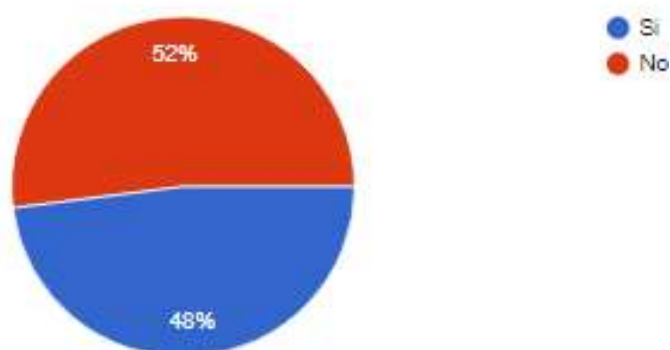
Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	221	52%
No	204	48%
Total	425	100%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 33: Fomentar el reciclaje

425 respuestas



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

Del total de personas a quien se aplicó la encuesta, existe un 52% que corresponde a 221 personas que fomentan el reciclaje de envases plástico dentro de su familia, mientras que el 48% restante manifestaron que no fomenta el reciclaje en su familia.

Pregunta 8. ¿Cuán importante considera la transición del uso de plástico tradicional a bioplástico?

Tabla 46. *Transición del plástico convencional a bioplástico*

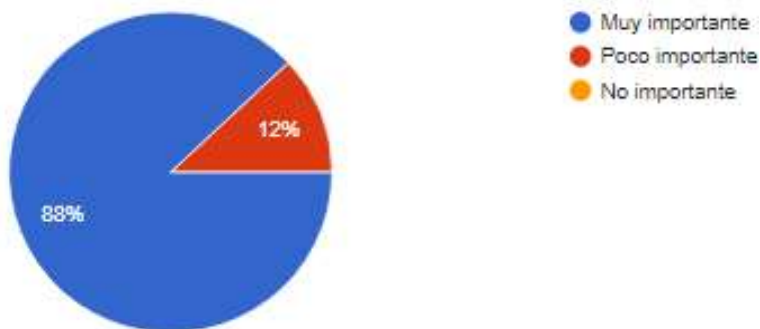
Variable	Frecuencia	Porcentaje
Muy importante	374	88%
Poco importante	51	12%
No importante	-	-
Total	425	100%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 34: Transición del plástico convencional a bioplástico

425 respuestas



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

• **Interpretación**

Los resultados de la encuesta aplicada a la población, muestra que un 88% correspondiente a 374 personas consideran muy importante la transición del uso del plástico tradicional a bioplástico, mientras que el 12% restante considera esta transición como poco importante, además se evidencia que no hubo respuesta para la variable de “no importante” por lo que se asume que la población ya está considerando la transición de plásticos a bioplásticos en la actualidad.

Pregunta 9. ¿Ha experimentado usted el uso de envases biodegradables (bioplástico)?

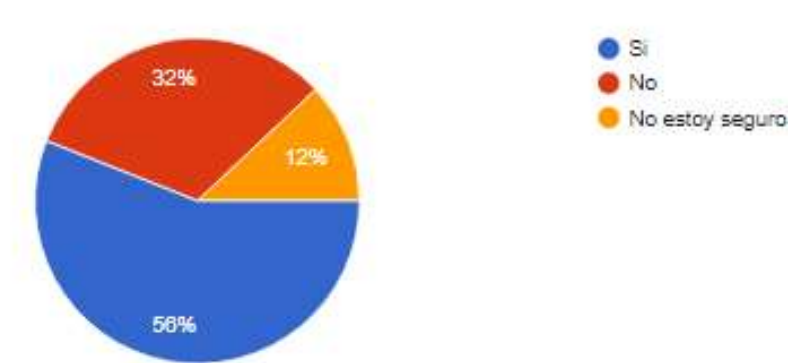
Tabla 46: Uso de envases biodegradables

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	238	56%
No	136	32%
No estoy seguro	51	12%
Total	425	100%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 35: Uso de envases biodegradables

425 respuestas



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- Interpretación**

Del total de personas encuestadas, un 56% manifiesta ya haber experimentado el uso de envases biodegradables, un 32% deduce que aún no ha sido partícipe del uso de envases biodegradables, mientras que un 12% restante correspondiente a 51 personas no está seguro haber experimentado con envases biodegradables.

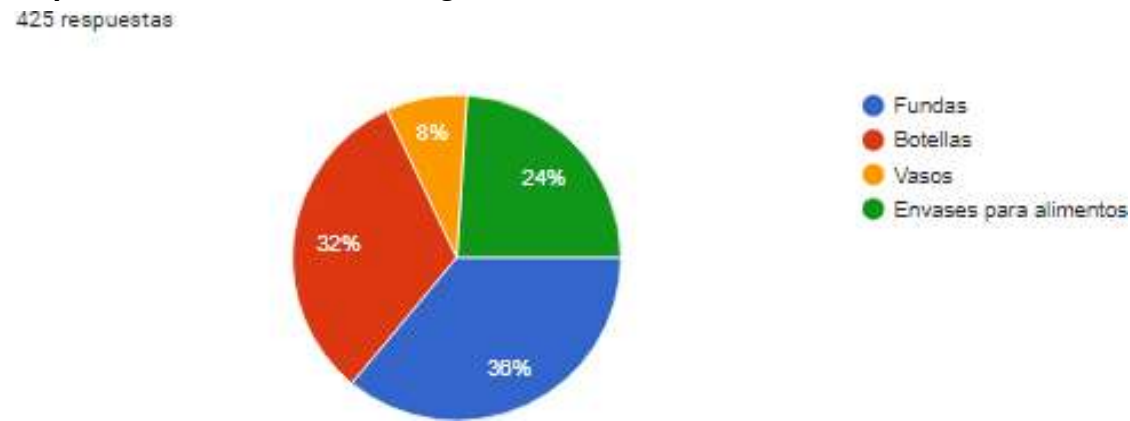
Pregunta 10. Si tuviera la opción de adquirir envases bioplásticos a partir de residuos de maíz ¿Cuál escogería?

Tabla 47: Uso de envases biodegradables

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Fundas	153	36%
Botellas	136	32%
Vasos	34	8%
Envases para alimentos	102	24%
Tot al	425	100%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 36: Uso de envases biodegradables



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- Interpretación**

Del total de personas que respondieron la encuesta, un 36% que corresponde a 153 personas manifiesta que sí pudieran producir envases bioplásticos serían fundas, un 32% escogieron producir botellas en el caso que tuviese la opción de elaborar envases bioplásticos, un 24% optó por envases para alimentos, mientras que el 8% escogieron vasos como alternativa de producir envases bioplásticos.

Pregunta 11. ¿Cuáles son las características que usted consideraría a la hora de adquirir envases bioplásticos?

Tabla 48: Características de envases bioplásticos

Variable	Frecuencia	Porcentaje**
Biodegradabilidad	395	92%
Dureza – Rigidez – Tenacidad	170	40%
Precio	136	32%
Calidad – Seguridad	238	56%
Total	425*	100%

*Representa el número total de la muestra, más no a la suma de frecuencias de cada una de las variables

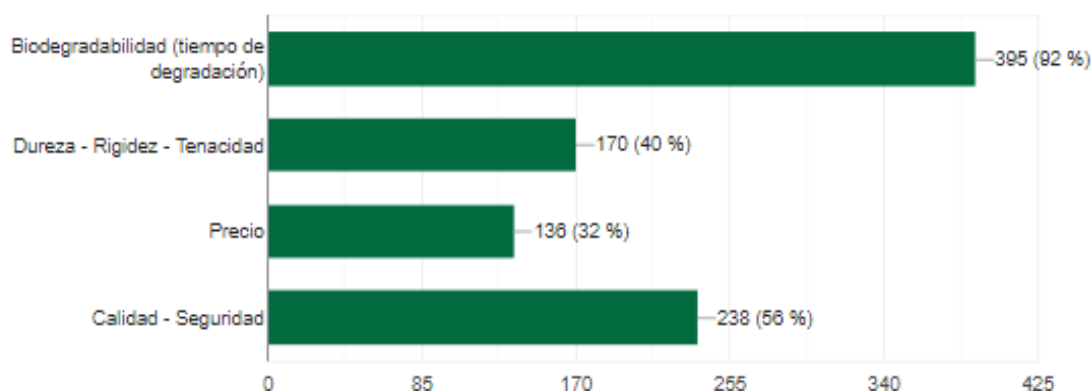
** Se toma como valor proporcional al número total de la muestra

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 37: Características de envases bioplásticos

425 respuestas



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

En los resultados de la encuesta aplicada a la población, se evidencia que una de las características a considerar al momento de producir envases bioplásticos es la biodegradabilidad con un total del 92% o 395 respuestas, seguido del 56% de la calidad y seguridad del bioplástico, luego con un 40% que corresponde a 170 respuestas a la dureza – rigidez – tenacidad, y como último el precio con un total del 32% que corresponde a 136 respuestas.

Pregunta 12. ¿En qué lugar le gustaría adquirir los envases biodegradables?

Tabla 49: Lugar de adquisición de envases biodegradables

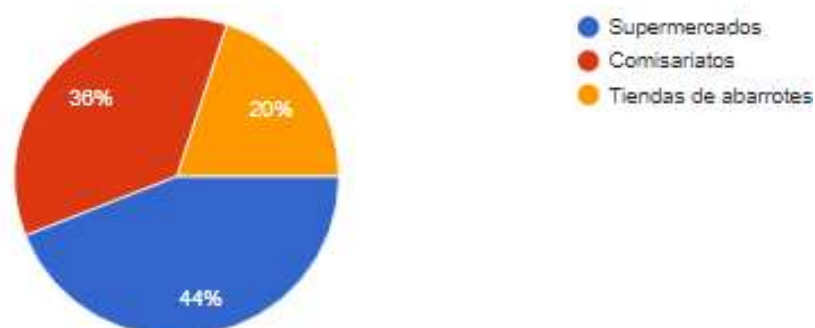
Variable	Frecuencia	Porcentaje
Supermercados	187	44%
Comisariatos	153	36%
Tiendas de abarrotes	85	20%
Total	425	100%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 38: Lugar de adquisición de envases biodegradables

425 respuestas



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

De acorde a los resultados se la encuesta, existe un 44% correspondiente a 187 personas que le gustaría adquirir dichos envases biodegradables en supermercados, un 36% manifestó que el lugar dónde le gustaría obtener los envases es en comisariatos, mientras que un 20% restante le gustaría que dichos envases biodegradables se distribuyan en tiendas de abarrotes.

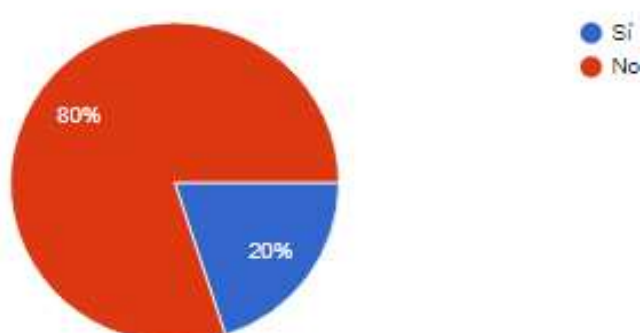
Pregunta 13. ¿Conoce usted algún proyecto o programa enfocado en la producción de envase bioplásticos dentro de su ciudad?

Tabla 50: Conocimiento de programa destinado a la producción de bioplástico

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	85	20%
No	340	80%
Total	425	100%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 39: Conocimiento de programa destinado a la producción de bioplástico.
 425 respuestas



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación:**

Del total de encuestados, el 80% correspondiente a 340 personas manifestaron que no conocen ningún otro proyecto enfocado a la producción de envases biodegradables dentro de su localidad, mientras que el 20% restante manifestó que si conocen al menos un proyecto dedicado a la producción de bioplásticos.

Pregunta 14. En el caso que desee recibir información adicional sobre bioplásticos. ¿A través de qué medio sería?

Tabla 51: Recibimiento de información

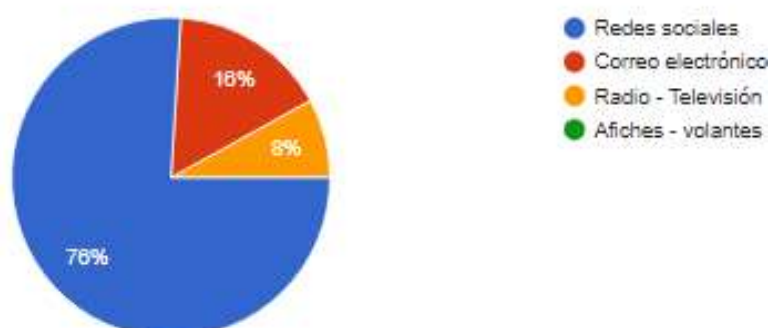
Variable	Frecuencia	Porcentaje
Redes sociales	323	76%
Correo electrónico	68	16%
Radio – Televisión	34	8%
Afiches – volantes	-	-
Total	425	100%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 40: Recibimiento de información

425 respuestas



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Interpretación**

Del total de personas que respondieron la encuesta, 323 personas que corresponde al 76% manifestó que le gustaría recibir información adicional sobre bioplásticos mediante redes sociales, un 16% mediante correo electrónico y un 8% por medio de radio y televisión.

4.2.7. Demanda

Para el análisis de la demanda se consideró la segmentación demográfica por edad a personas comprendidas entre 15 a 65 años de edad realizada a la población proyectada del cantón Quevedo para el año 2021 según datos del Sistema Nacional de Información (Sistema Nacional de Información, 2021) y segmentación conductual dónde se analizaron factores como la utilización de envases plásticos, su frecuencia de uso, tipo de envases, fomento del reciclaje, lugar de adquisición, cantidad de uso, etc.

Tabla 52: Cálculo de la demanda

	Variable	Aceptación	Total
Población Total	217,195 habitantes		217,195 hab.
Población muestra	15 años – 65 años		134,933 hab.
Población objetivo*	20 años – 34 años		53,001 hab
Rango de edad	24 años – 32 años	56%	29,681 hab
Frecuencia de uso	Semanal	44%	13,059 hab
Disposición a la adquisición de envases bioplásticos provenientes de residuos de maíz	Fundas	36%	4,701 hab

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

La población objetivo del presente trabajo de investigación es de 53001 personas que corresponde entre un intervalo de edad entre 20 años a 34 años según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo INEC [95]. El rango de edad a considerar es de 24 años a 32 años en base a los resultados de la encuesta aplicada a la población con un alcance del 56% del total de la muestra, donde cuya proporción a la población objetivo da como resultado un total de 29,681 habitantes.

Del total de 29,681 habitantes, se consideraron factores como la frecuencia de uso y la disposición a la producción de envases biodegradable, dónde la frecuencia de uso semanal alcanza un 44%, quedando como tal 13,059 personas, de las cuales se tuvo en cuenta la disposición a la creación de fundas bioplásticas con un valor porcentual del 36% dando como resultado 4701 personas evidenciado en la pregunta 10 del cuestionario de encuesta.

Tabla 53: Estimación de la demanda por el método de investigación de mercado

ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA				
POBLACIÓN FINITA	134933	personas mayores de 15 años		
NECESIDAD	¿Qué tipos de envases de plástico utiliza con mayor frecuencia?	56%	personas que utilizan frecuentemente fundas plásticas	
DESEO	¿Cuán importante considera la transición del uso de plástico tradicional a bioplástico?	88%	personas que consideran muy importante la transición al uso de bioplásticos	
DEMANDA	Si tuviéra la opción de adquirir envases bioplásticos a partir de residuos de maíz ¿Cuál escogería?	36%	personas que adquirirían fundas bioplásticas provenientes de residuos de maíz	

NECESIDAD	personas que utilizan frecuentemente fundas plásticas	75562
DESEO	personas que utilizan frecuentemente fundas plásticas y que consideran muy importante la transición al uso de bioplásticos	66495
DEMANDA	personas que utilizan frecuentemente fundas plásticas, que consideran muy importante la transición al uso de bioplásticos y estarían dispuestas a adquirir fundas bioplásticas provenientes de residuos de maíz	23938
DEMANDA POTENCIAL		18%
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO		
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)		

Tabla 54: Datos para estimación de la demanda por el método de investigación de mercado

Población	Cantidad de plásticos desechado promedio semanal	Uso de fundas plásticas	Peso del envase biodegradable	Total de unidades semanal	Total de unidades Mensual
134933	3 kg a 8kg	56%	0.006 kg	184373 u	737496

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.8. Capacidad de Producción.

Tabla 55: Población Objetivo

Población	Porcentaje	134933
% Población consumista de fundas	56%	75563
%Población con percepción de que preservar el ambiente es muy importante	88%	66495
% Población dispuesta a adquirir fundas biodegradables a base de residuos de maíz.	36%	23938

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: LEMA E.; MANZO N. (2021)

Obteniendo los resultados de los encuestados, la población objetivo para una planta productora de fundas biodegradables será de 23938 personas que son los posibles clientes.

Tabla 56: Estimación de demanda inicial

Población	Población dispuesta a adquirir fundas bioplásticas	Población que consume fundas plásticas	Kg de envases plásticos que consumen por semana	%	N° de veces	Media de veces	Fundas semanales
134933	23938	75563	Menor a 3kg	60%	45338	1	45338
			De 3kg a 5kg	32%	24180	4	96720
			De 6kg a 8kg	8%	6045	7	42315
			Mayor a 8kg	0%	0	0	0
			TOTAL				

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA. (2021)

- **Interpretación**

Tomando de referencia la encuesta realizada para determinar la demanda se observa que las personas que está dispuesta a adquirir fundas bioplásticas son 23938 tomando en cuenta el tipo de envase que principalmente consumen, por lo tanto, se estima un consumo aproximado de 184373 unidades a la semana.

Ecuación 9: Número total de fundas diarias

$$N^{\circ} \text{ total de fundas diarias} = \text{fundas semanales} / \text{días} = \text{total de fundas diarias}$$

$$N^{\circ} \text{ total de fundas biodegradables diarias} = 184373 / 6 = 30729 \text{ fundas diarias}$$

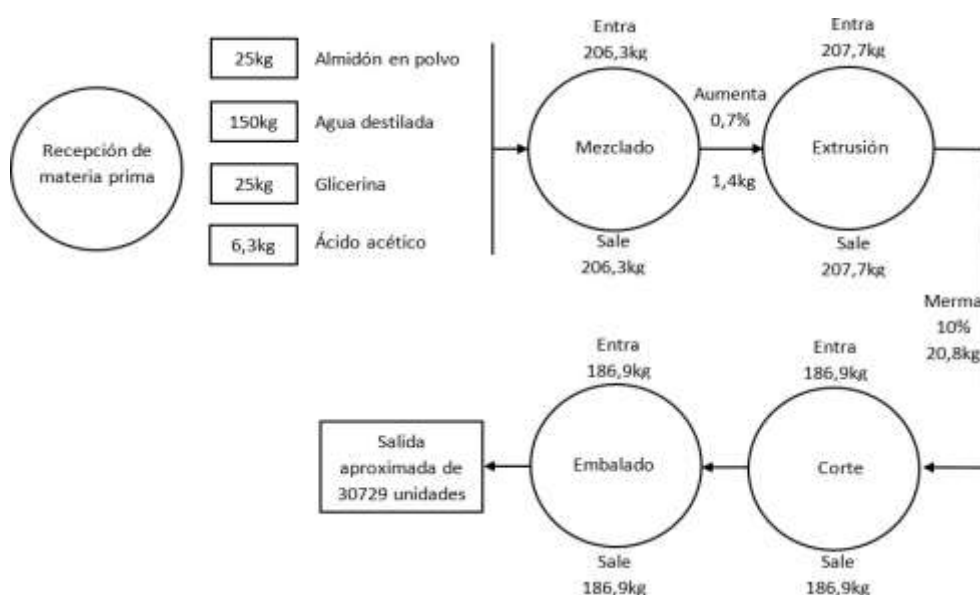
Demanda	Diaria	Semanal	Mensual	Anual
N° defundas	30729	184373	737496	8849952

Tabla 57: Demanda diaria, semanal, mensual y anual aproximada.

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 41: Capacidad de producción diaria



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.9. Descripción de la línea de producción.

4.2.9.1. Proceso para la obtención del almidón

Nixtamalización

- **Recepción de la materia prima**

Se recibe la materia prima, elote y cáscara del maíz proveniente de la zona.

- **Lavado y secado**

Después de la recepción de la materia prima, de forma inmediata se procede a lavarla para la eliminación de impurezas que esta pueda tener, después de secarla se realiza la inspección de la MP con la finalidad de verificar que las impurezas hayan sido retiradas en su totalidad.

- **Cocción**

Una vez comprobado que no exista impurezas dentro de la materia prima a tratar, se lo coloca dentro de una olla de teflón para su respectiva cocción a 95°C durante 45 min.

- **Reposo y Filtrado**

Después de finalizada la cocción de los elementos, se deja en reposo la mezcla durante 16 horas, este paso es importante debido a que permite que el almidón de las cáscaras y los elotes se asienten en el fondo de la olla, dicha mezcla también se la conoce como nixtamal; luego de eso se procede a filtrar la mezcla, esto se hace para eliminar el nejayote (agua residuo después de la cocción del nixtamal).

- **Lavado**

Se lava el nixtamal entre tres a cuatro veces con agua natural, para eliminar residuos restantes de nejayote.

- **Molienda y Filtrado**

Después de lavar le nixtamal, se procede a la molienda de este, el cual pasa por un proceso último proceso de filtrado.

- **Sedimentación**

Se deja en reposo la mezcla molida por un lapso de 12 horas para que esta sedimente, el sedimento es el almidón obtenido de la cáscara y elote del maíz.

- **Decantación**

Transcurrido el tiempo que se dejó en sedimentación, se procede a realizar el proceso de decantación, el cual consiste en la separación de dos sustancias, ya sean sólidas, líquidas o sólidas y líquidas. En nuestro caso se separará el almidón sedimentado en el proceso anterior de la mezcla a la cual se lo sometió.

- **Secado y Almacenado**

El proceso de secado consiste en secar el almidón a temperatura ambiente (20°C – 25°C) por un tiempo de 12 horas. La temperatura no debe sobrepasar de dicho rango, debido a que puede ocasionar cambios dentro de las propiedades del almidón. Después de secar el almidón se procede a almacenarlo.

4.2.9.2. Proceso para la elaboración del bioplástico y envase

- **Requerimientos de materia prima**

El almidón que será utilizado como materia prima provendrá de los diferentes métodos de extracción aplicados con anterioridad, además de disponer todos los materiales necesarios para empezar el proceso de elaboración de bioplástico.

- **Mezclado**

Se añaden el almidón junto a los otros materiales con la finalidad de homogenizar la mezcla, este proceso se lo debe realizar entre una temperatura de 70°C a 80°C, el cual también puede ser hecho dentro de la marmita industrial.

- **Peletizado**

Una vez homogenizada la masa, se procede a trasladarla a la Peletizadora para la formación de pellets de bioplástico.

- **Extrusión**

Se ingresan los pellets de bioplástico mediante una tolva a la extrusora de films el calentamiento de la masa hasta los 135°C aproximadamente para que esta pueda salir como una lámina de bioplástico.

- **Termoformando**

Se procede a colocar el rollo de films de plástico biodegradable en la alimentación de la termoformadora, para que esta de forma semi automático de molde a las láminas produciendo así los envases biodegradables.

- **Empaquetado**

Después de la elaboración de los envases biodegradables, se los agrupa para el respectivo empaquetado.

4.2.10. Diagrama de recorrido del proceso de extracción mediante Nixtamalización

Tabla 58: Diagrama de recorrido extracción mediante Nixtamalización.

DIAGRAMA DE RECORRIDO							
Nº 1	FECHA:						
	PROCESO: Extracción del almidón mediante nixtamalización						
RESUMEN	Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento		
CANTIDAD	9	3	1	2	1		
TIEMPO TOTAL	1565	15	960	15			
Descripción	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
		○	➡	□	□	▽	
Recepción de la materia prima	10	●					
Traslado de la materia prima	5		➡				
Lavado de la materia prima	20	○					
Secado de la materia prima	15	○					
Cocción	45	●					
Reposo	960			□			
Filtrado	10				■		
Traslado de la MP hasta lavado	5		➡				
Lavado	15	●					
Traslado a molienda	5		➡				
Molienda	15	●					
Filtrado	5				■		
Sedimentación	720	●					
Secado	720	●					
Almacenamiento						▽	
TOTAL	1565	8	3	1	2	1	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.11. Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de las fundas bioplásticas.

Tabla 59: Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de las fundas bioplásticas.

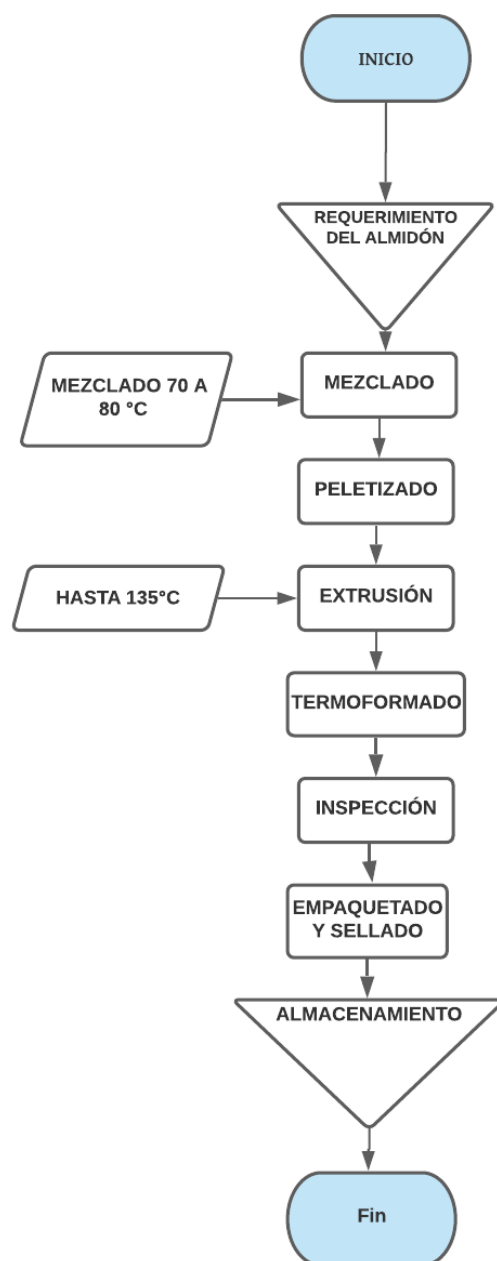
DIAGRAMA DE RECORRIDO							
Nº 1	FECHA:						
	PROCESO: Elaboración de fundas de bioplástico						
RESUMEN	Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento		
CANTIDAD	6	5	0	1	1		
TIEMPO TOTAL	90	16		20			
Descripción	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
		○	⇒	⊐	□	▽	
Requerimiento del almidón	10	●					
Traslado de la materia prima	5		⇒				
Mezcladora	15	○					
Traslado a la peletizadora	5		⇒				
Paletizado	15	●					
Traslado a extrusión	3		⇒				
Extrusión	20	●					
Traslado a termoformado	3		⇒				
Termoformado	10	●					
Inspección	15				■		
Traslado a empaquetado y sellado	5		⇒				
Empaquetado y sellado	20	●					
Almacenamiento						▽	
TOTAL	126	6	5	0	1	1	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.12. Diagrama de flujo de la elaboración de las fundas bioplásticas

Gráfico 42: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de las fundas bioplásticas.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.13. Tecnología – Fichas técnicas de maquinarias

4.2.13.1. Insumos utilizados en la extracción del almidón mediante Nixtamalización

Tabla 60: Insumos utilizados en la extracción del almidón mediante Nixtamalización

Material	Imagen	Descripción
Tusa		Insumo del proceso proveniente del residuo del maíz (tusa) la cascarilla de cacao, con la finalidad de extraer almidón del mismo.
Glicerina líquida		Insumo del proceso, de origen vegetal usado como plastificante para la obtención de bioplástico
Agua Destilada		Insumo del proceso, necesario para la obtención del almidón y posteriormente el bioplástico
Ácido Acético		Insumo del proceso, usado como agente disolvente, necesario para la elaboración del bioplástico
Agua de grifo		Insumo utilizado en la etapa de lavado de la materia prima.

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.13.2. Proveedores de materia prima

Tabla 61: Proveedores de materia prima

Materia Prima	Proveedor	Datos	
Residuo del maíz		Dirección:	Km 4.5 vía a Valencia Quevedo – Ecuador
		Teléfono	+59399 2351815
		E-mail:	info@sancamilo.com.ec
		Web:	http://www.sancamilo.com.ec
		Dirección:	El Empalme vía Manabí, Recinto Havoline
		Teléfono	593 990 810 905
		E-mail:	agroalava_s.a@hotmail.com
		Web:	www.agroalava.com.ec

FUENTE: [96]

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.13.3. Proveedores de plastificantes

Tabla 62: Proveedores de plastificantes

Materia Prima	Proveedor	Datos	
Ácido acético		Dirección:	Av. Quito, Guayaquil- Ecuador
		Teléfono	042-294355
Glicerina		E-mail:	infoventas1@lacasadelesparadrapo-ec.com
Agua destilada		Web:	https://www.lacasadelesparadrapo-ec.com/

FUENTE: [97]

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.13.4. Máquinas usadas en el proceso

- **Lavadora Industrial**

Tabla 63: Lavadora Industrial

Máquina	Especificaciones
	Nombre Lavadora Industrial
	Modelo: KN-300
	Marca KOAL
	Precio \$ 3,679.00
	Dimensiones 300 x 125 x 130cm
	Capacidad 400-500 kg/h
	Potencia 3.6kw
	Voltaje 220v 50Hz

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Secadora Industrial**

Tabla 64: Secadora Industrial

Máquina	Especificaciones
	Nombre secadora industrial
	Modelo: SZ ST10015-1
	Marca Sheng Zhou
	Precio \$ 4,000.00
	Dimensiones 2200 x 900 x 1600 mm
	Grado Automático/Manual
	Peso 600 kg
	Voltaje 380 v, 50 hz,

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Marmita industrial**

Tabla 65: Marmita industrial

Máquina	Especificaciones	
	Nombre	Marmita a gas Firex
	Modelo:	PM R IGAS 200 A
	Marca	Firex
	Precio	\$ 4,500.00
	Dimensiones	1175 x 900 x 1130 mm
	Temp Max	105 °C
	Capacidad	200 L
	Voltaje	220/ 380/60/3Hz
	Autoclave	0.5 Bar

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Trituradora Industrial**

Tabla 66: Trituradora Industrial

Máquina	Especificaciones	
	Nombre	Trituradora industrial
	Modelo:	SUS316
	Marca	HUNDOM
	Precio	\$ 3,300.00
	Dimensiones	1000 x 500 x 900 mm
	Rango velocidad	2200 - 4500 r.p.m
	Capacidad	20-1000kg/h
	Voltaje	220-380V
	Peso	60 KG

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Tamiz Industrial**

Tabla 67: Tamiz Industrial

Máquina	Especificaciones	
	Nombre	Tamiz Industrial
	Modelo:	ZEUS FTI-0550
	Marca	Filtra Vibración S.L
	Precio	\$ 4,000.00
	Dimensiones	1000 x 700 x 1.25 mm
	Tipo de motor	Vibración
	Capacidad	10 Kg ~ 20 T/H
	Voltaje	220-230 V 380-400 V
	Peso	30 kg

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Centrifugadora**

Tabla 68: Centrifugadora

Máquina	Especificaciones	
	Nombre	Centrifugadora de discos
	Modelo:	DHC
	Marca	FUYI Centrifuge
	Precio	\$ 9,000.00
	Dimensiones	1400 x 1200 x 1400 mm
	Potencia	4 Kw
	Capacidad	500 L/h
	Voltaje	380 V
	Velocidad	7500-10000 rpm

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.14. Máquinas utilizadas en la elaboración de fundas biodegradables

- Mezcladora industrial

Tabla 69: Mezcladora Industrial

Máquina	Especificaciones	
	Nombre	Mezcladora vertical
	Modelo:	XC-HL150Kg
	Marca	Xiecheng
	Precio	\$ 2,000.00
	Dimensiones	1130*1010*1380 mm
	Potencia	3 Kw – 5.5 HP
	Capacidad	150 kg
	Voltaje	380 V
	Velocidad	85 R / min

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- Peletizadora

Tabla 70: Peletizadora

Máquina	Especificaciones	
	Nombre	Peletizadora
	Modelo:	FPB-250
	Marca	Hopesun
	Precio	\$ 1,200.00
	Dimensiones	1050*1050*1450 mm
	Potencia	3 Kw
	Capacidad	100-800 kg/hr
	Voltaje	380 V
	Peso	270 kg

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Extrusora**

Tabla 71: Extrusora

Máquina	Especificaciones	
	Nombre	Extrusora de films
	Modelo:	JDSP-660D
	Marca	Jianda Machinery
	Precio	\$ 62,000.00
	Dimensiones	10500*4200*2200 mm
	Potencia	110 Kw
	Capacidad	185kg/h
	Voltaje	380V/50HZ, 3P
	Peso	8 Ton

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Termoformadora**

Tabla 72: Termoformadora

Máquina	Especificaciones	
	Nombre	Termoformadora plástico
	Modelo:	HSC-660D
	Marca	HONGHUA
	Precio	\$ 40,000.00
	Dimensiones	3200*2000*2350 mm
	Potencia	85 Kw
	Capacidad	150 – 720 moldes /h
	Voltaje	380V/50HZ
	Peso	6500 kg
	Material	PP – PET – HDPE – PVC LD – PE

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

- **Empaquetadora – Embalaje**

Tabla 73: Máquina de embalaje

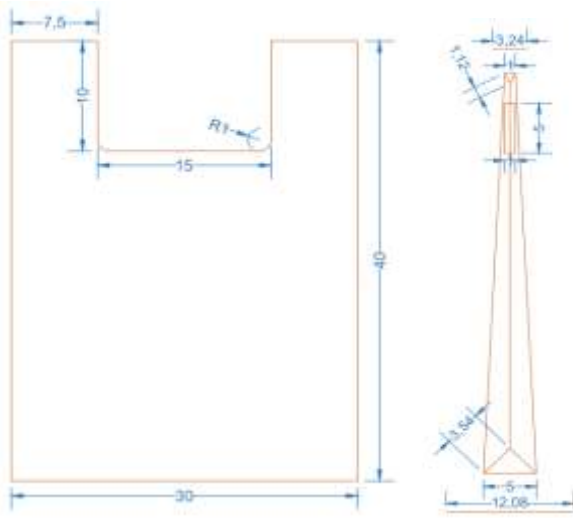
Máquina	Especificaciones	
	Nombre	Máquina de embalaje
	Modelo:	HSC-660D
	Marca	GURKI
	Precio	\$ 40,000.00
	Dimensiones	2100*2100*1450 mm
	Potencia	240 W
	Capacidad	12 ctns /min
	Voltaje	110V / 220V / 380V
	Peso	450 kg

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.15. Ficha técnica del diseño de la funda biodegradable

Tabla 74: Ficha técnica del diseño de la funda biodegradable.

FICHA TÉCNICA			
Descripción del producto	Producto elaborado a base de residuos del maíz (tusa), mediante la obtención de almidón extraído de la tusa y la mezcla del mismo con reactivos plastificantes, permitiendo la obtención de un bioplástico, el cuál por sus características toma forma de una funda, la cual destaca de sus competidores por ser amigable con el ambiente al tener un tiempo de degradación más corto en comparación con las fundas de plástico normales.		
Medidas e imagen referencial			
Material	Ref 30x40 Bioplástico	Medidas Ancho: 30 cm	Largo: 40 cm
Peso	Aprox 60 gm c/u	Espesor	Calibre: 1,0 cm
Vida Util	Aprox 70 días	Densidad	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.16. Tabla relacional de actividades

A continuación, se procede a describir la tabla relacional de actividades.

Tabla 75: Descripción de la tabla relacional

Actividades	Requisitos	Colores de referencia
Tiempo de proceso	A= A/N	
Inspección	E= E/N	
Defectos de la producción	I= I	
Materia prima	O= P/I	
Sonidos	U= S/I	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Ecuación 10: Relación de actividades

$$pares\ relacionados = \frac{n(n-1)}{2}$$

$$\frac{n(n-1)}{2} = \frac{8(8-1)}{2} = 28\ pares\ relacionados$$

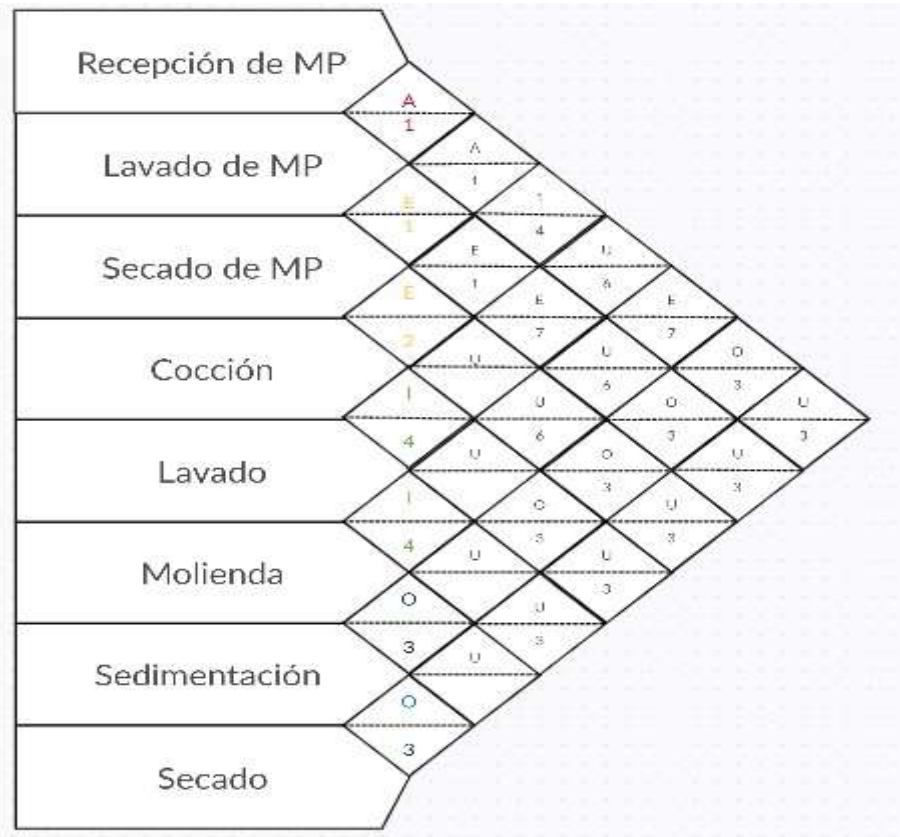
Tabla 76: Interpretación para la tabla relacional de actividades

Razón	Necesidad	Color
1: Proximidad en el proceso	A: Absolutamente necesario	Rojo
2: Control	E: Especialmente necesario	Amarillo
3: Seguridad del producto	I: Importante	Verde
4: Accesibilidad	O: Poco importante	Azul
5: Ruido	U: Sin importancia	Negro

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Tabla 77: Tabla relacional de actividades



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.17. Método de Guerchet

Por este método se calcularán los espacios físicos que se requieren para establecer la línea de producción, por lo tanto, es necesario identificar el número total de maquinaria y equipos los cuales se los denomina elementos estáticos o fijos (EF) y también el número de operarios y equipos de acarreo denominados también elementos móviles (EF) [98]

Tabla 78: Método de Guerchet

ESTIMACIÓN DE ÁREAS TEÓRICAS												
ELEMENTOS	Unidades (N)	Lados (n)	Largo (L)	Ancho (A)	Altura (h)	Ss = Área	Ss x N	Sg = Ss x n	Se = k (Ss+Sg)	St / unidad	St = Area Total	
Elementos móviles												
1 Obrero	2				1.7	0.5	3					
1 Montacarga	1		3.1	1	2.2	4.65	9.3					
TOTAL				5								
Elementos fijos												
1 Lavadora industrial	2	4	3.00	1.25	1.30	3.75	7.50	15.00	9.91	28.66	57.33	
2 Secadora industrial	2	2	2.20	0.90	1.60	1.98	3.96	3.96	3.14	9.08	18.16	
3 Marmita industrial	1	1	1.18	0.90	1.13	1.06	1.06	1.06	1.12	3.23	3.23	
4 Trituradora	1	2	1.00	0.50	0.90	0.50	0.50	1.00	0.79	2.29	2.29	
5 Tamiz industrial	1	2	1.00	0.70	1.25	0.70	0.70	1.40	1.11	3.21	3.21	
6 Centrifugadora	1	1	1.40	1.20	1.40	1.68	1.68	1.68	1.78	5.14	5.14	
7 Mezcladora industrial	1	2	1.13	1.01	1.38	1.14	1.14	2.28	1.81	5.23	5.23	
8 Peletizadora	1	2	1.05	1.05	1.45	1.10	1.10	2.21	1.75	5.06	5.06	
9 Extrusora	1	2	10.50	4.20	2.20	44.10	44.10	88.20	69.94	202.24	202.24	
10 Termoformadora	1	2	3.20	2.00	2.35	6.40	6.40	12.80	10.15	29.35	29.35	
11 Empaquetadora	1	2	2.10	2.10	1.45	4.41	4.41	8.82	6.99	20.22	20.22	
Total de elementos	13		27.76	15.81		66.8213		138.4051				
He_m	2.0780488	S_s	Superficie estática									
He_f	1.9653141	S_g	Superficie gravitacional					Superficie Total m²			351.47	
k= (hem / 2 hef)	0.5286811	S_e	Superficie de evolución									

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.2.18. Discusión

Mediante datos obtenidos por MAGAP [92] y otras fuentes de información como el Gad Municipal de Quevedo [93], se llevó a cabo un estudio detallado sobre el mercado, con la finalidad de conocer el mercado objetivo del producto y la ubicación del mismo, para lo cual se llevó a cabo la evaluación de varios criterios y factores entre ellos la población, crecimiento industrial en la ciudad, micro localización, servicios básicos, etc.; todos estos necesarios para la correcta ubicación e implementación de la planta industrial, de los cuales se determinó que el lugar más apropiado para la ubicación de la planta sería en la ciudad de Quevedo, específicamente en la parroquia El Guayacán, Av. Transversal Central a pocos metros del Hostal Selva Alegre, este lugar obtuvo una puntuación de 7,75 sobre 10 según la evaluación de criterios.

Teniendo estos resultados se procedió a realizar el cálculo del tamaño de la muestra, el cual se basó en la fórmula utilizada por Pedro Morales en su investigación “Estadística aplicada a las Ciencias Sociales - Tamaño de la muestra” [94], la cual permitió conocer la demanda inicial tomando una muestra de 383 personas a las cuales se les realizó encuestas para determinar el nivel de aceptación y percepción que la población tiene del producto.

Según el método de ratios en cadena o investigación de mercado [99], teniendo los resultados de la encuesta se pudo clasificar los porcentajes de población que comparte un interés en el producto a ofertar y se determinó la población objetivo del cual se clasificó el mercado en porcentajes para concretar la demanda existente, procediendo a la estimación del número de fundas diarias que se fabricarían, cantidad la cual se plasmó mediante el diagrama de capacidad de producción donde se observa que se cuenta con una capacidad de producción diaria de 30729 unidades, la cual parte del estudio de la demanda inicial tal como lo expresa Cajigas Margot; Ramirez Elbar y Ramirez David en su investigación sobre la capacidad de producción y sostenibilidad en empresas nuevas [100].

Para se logre la salida del producto, se requiere el ingreso de 206,3 kg de materia prima, misma cantidad que se somete a mermas por el cambio de un proceso a otro, dando un total de 186,9 kg que equivale a la cantidad de producción diaria ya antes mencionada.

En lo que respecta al área requerida se estableció como base el método Guerchet utilizado por Miguel Caicedo [98] en su investigación “Análisis de los procesos operativos y distribución de planta en la empresa CIMETCORP S.A.”, donde se estimó un espacio a usar para el área de producción de 351,7m².

En base a la cantidad de productos requeridos, las especificaciones del mismo, se determinó la maquinaria a usar, con una cantidad de 11 máquinas necesarias desde la extracción del almidón provenientes de los residuos del maíz hasta el empaquetado y sellado del producto final, la ubicación de las mismas se dispuso en cadena, ya que permite un mayor aprovechamiento de los recursos, la disposición de otros espacios de la planta, y da espacio para el movimiento libre del trabajador reduciendo los riesgos ergonómicos con el fin de conseguir una óptima productividad con un mínimo esfuerzo y sin perjudicar la salud, tal como lo declara el Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas [101].

Posteriormente se diseñó el producto el cual fue una funda biodegradable con peso aproximadamente de 60 gramos, con dimensiones de ancho de 30 cm y de largo 40 cm, estéticamente agradable al consumidor, la cual se realizó por medio del software de diseño AutoCAD.

4.3. Análisis financiero sobre la implementación de la línea de producción de envases biodegradables

A continuación, se procede a realizar el análisis financiero para determinar la factibilidad del proyecto a realizar. Como punto inicial se parte de la inversión necesaria.

4.3.1. Inversión Total para la producción de envases biodegradables

La inversión total para comenzar la producción de envases biodegradables a partir de residuos de maíz es la siguiente:

Tabla 79: Inversión total

Inversión en activos fijos	VALOR
Inmovilizado	\$ 5,000.00
Vehículo y maquinarias	\$ 19,120.00
Equipos de computacion	\$ 4,590.00
Total	\$ 28,710.00
Capital de Trabajo	VALOR
Materiales directos	\$ 5,946.00
Mano de obra	\$ 36,000.00
Materiales indirectos	\$ 500.00
Total	\$ 42,446.00
Inversion Inicial	VALOR
Activo Fijo	\$28,710.00
Capital de Trabajo	\$42,446.00
Total	\$71,156.00

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.3.2. Inversión inicial en activos fijos

La inversión total en activos fijos se presenta de la siguiente manera:

Tabla 80: Inversión en activos fijos

Inmovilizado			
Descripción	Cantidad (m2)	Costo unitario	Costo total
Instalaciones en general	1	\$5,000.00	\$5,000.00
Equipos de oficina			
Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Computadora all in one HP Core I5 Windows 10	1	\$1,200.00	\$1,200.00
Copiadora	1	\$1,250.00	\$1,250.00
Teléfonos de oficina	2	\$70.00	\$140.00
Software de producción	1	\$2,000.00	\$2,000.00
TOTAL	2	\$4,520.00	\$4,590.00

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Tabla 81: Inversión en maquinarias

Vehículos y maquinarias			
Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Lavadora de alimentos	1	2,000.00	2,000.00
Deshidratadora	1	500.00	500.00
Molino industrial	1	80.00	80.00
Tamizador	1	780.00	780.00
Mezcladora	1	980.00	980.00
Reactor autoclave	1	1,500.00	1,500.00
Peletizadora	1	1,080.00	1,080.00
Extrusora	1	4,000.00	4,000.00
Termo formadora	1	3,300.00	3,300.00
Montacarga	1	4,900.00	4,900.00
TOTAL	10	\$19,120.00	\$19,120.00

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.3.3. Costos y gastos

Se muestra los gastos proyectados para la realización del proyecto.

Tabla 82: Proyección de gastos

GASTOS DE VENTAS PROYECTADOS					
Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Luz	\$1,440.00	\$1,485.36	\$1,533.19	\$1,582.25	\$1,632.41
Agua	\$1,680.00	\$1,732.92	\$1,788.72	\$1,845.96	\$1,904.48
Teléfono	\$900.00	\$928.35	\$958.24	\$988.91	\$1,020.25
Internet	\$900.00	\$928.35	\$958.24	\$988.91	\$1,020.25
Publicidad	\$3,600.00	\$3,713.40	\$3,832.97	\$3,955.63	\$4,081.02
TOTAL	\$8,520.00	\$8,788.38	\$9,071.37	\$9,361.65	\$9,658.41

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.3.4. Financiamiento

Para el proyecto, se realiza un financiamiento a una entidad bancaria local a una tasa del 15,96%. Para el proyecto se contará con un capital propio por el valor de \$10.000 y la distribución se muestra de la siguiente manera:

Tabla 83: Financiamiento

Inversion Inicial	\$71,156.00
(-) Capital Propio	\$10,000.00
Valor a Financiar	\$61,156.00
Tasa	11.23%
Tiempo	60
Pago	<u>\$1,485.90</u>

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

La carga financiera se muestra de la siguiente manera:

Tabla 84: Carga financiera

INTERESES PAGADOS POR AÑO		
AÑO		\$ MONTO
1	\$	9,143.19
2	\$	7,650.59
3	\$	5,901.56
4	\$	3,852.03
5	\$	1,450.37
TOTAL	\$	27,997.74

PAGO CAPITAL PRESTAMO		
AÑO		\$ MONTO
1	\$	8,687.56
2	\$	10,180.15
3	\$	11,929.19
4	\$	13,978.72
5	\$	16,380.38
TOTAL	\$	61,156.00

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.3.5. Costos de materia prima y mano de obra directa

Los costos de materia prima y mano de obra directa para la ejecución del proyecto es el siguiente:

Tabla 85: Carga financiera

Materiales directos			
Descripcion	Cantidad	Precio unitario	Precio Anual
Agar - Agar	20.00	\$12.00	\$2,880.00
Glicerina	30.00	\$5.00	\$1,800.00
Benzoato de Sodio	20.00	\$1.90	\$456.00
Ácido Acético	20.00	\$1.15	\$276.00
Almidón	150.00	\$0.03	\$54.00
Ácido cítrico	10.00	\$4.00	\$480.00
TOTAL			\$5,946.00
Mano de obra directa			
Descripcion	Cantidad	Precio unitario	Precio Anual
Jefe de producción	1	\$700.00	\$8,400.00
Contador	1	\$700.00	\$8,400.00
Operarios	4	\$400.00	\$19,200.00
TOTAL			\$36,000.00

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.3.6. Presupuesto de ingresos y ventas

La proyección de ingresos es la siguiente:

Tabla 86: Proyección de ingresos

Proyección de ingresos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos de producción	42,446.00	43,783.05	45,192.86	46,639.03	48,117.49
Gastos	23,878.00	26,265.80	28,892.38	31,781.62	34,959.78
Total	66,324.00	70,048.85	74,085.24	78,420.65	83,077.27
Kilogramos	40,000.00	42,000.00	44,100.00	46,305.00	48,620.25
Costo unitario	1.66	1.67	1.68	1.69	1.71
Margen de utilidad	40%	40%	40%	40%	40%
Precio unitario	2.76	2.78	2.80	2.82	2.85
Ingresos	110,540.00	121,594.00	133,753.40	147,128.74	161,841.61

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO**ELABORADO POR:** MERA, IBARRA (2021)**4.3.7. Punto de equilibrio**

Se determina el punto de equilibrio para que la entidad no incurra en pérdidas. Se obtiene que la empresa debe vender 19.199 unidades para no generar pérdidas financieras.

Tabla 87: Punto de equilibrio

Punto de equilibrio	
Costo fijo	\$ 21,223.00
Precio	\$ 2.76
CVU	\$ 1.66
MARGEN	\$ 1.11
PEO(U)	19,199.38

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO**ELABORADO POR:** MERA, IBARRA (2021)**4.3.8. Flujo de efectivo**

A continuación, se muestra el flujo de efectivo para determinar si las proyecciones de la empresa indican que la entidad podrá contar con el efectivo disponible para la realización de sus actividades productivas y comerciales.

Tabla 88: Flujo de efectivo

PERIODOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
		\$110,540.00	\$121,594.00	\$133,753.40	\$147,128.74	\$161,841.61
Ingresos						
Costo de producción		\$42,446.00	\$43,783.05	\$45,192.86	\$46,639.03	\$48,117.49
Gastos de Ventas		\$8,520.00	\$8,788.38	\$9,071.37	\$9,361.65	\$9,658.41
Luz		\$1,440.00	\$1,485.36	\$1,533.19	\$1,582.25	\$1,632.41
Agua		\$1,680.00	\$1,732.92	\$1,788.72	\$1,845.96	\$1,904.48
Teléfono		\$900.00	\$928.35	\$958.24	\$988.91	\$1,020.25
Internet		\$900.00	\$928.35	\$958.24	\$988.91	\$1,020.25
Publicidad		\$3,600.00	\$3,713.40	\$3,832.97	\$3,955.63	\$4,081.02
Gastos Financieros						
Intereses		\$9,143.19	\$7,650.59	\$5,901.56	\$3,852.03	\$1,450.37
Otros Gastos						
Depreciación	\$0.00	\$3,692.00	\$3,692.00	\$3,692.00	\$2,162.00	\$2,162.00
Flujo antes de participación	\$0.00	\$31,380.81	\$41,838.20	\$53,543.73	\$68,238.88	\$83,043.25
PAT		\$4,707.12	\$6,275.73	\$8,031.56	\$10,235.83	\$12,456.49
Flujo antes de impuesto		\$26,673.69	\$35,562.47	\$45,512.17	\$58,003.05	\$70,586.77
Impuesto a la renta		\$6,668.42	\$8,890.62	\$11,378.04	\$14,500.76	\$17,646.69
Flujo después de impuesto		\$20,005.27	\$26,671.85	\$34,134.13	\$43,502.29	\$52,940.07
(-) Pago de Capital						
Préstamo		-\$8,687.56	-\$10,180.15	-\$11,929.19	-\$13,978.72	-\$16,380.38
Capital de trabajo	\$42,446.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	
Flujo de Efectivo Neto	\$71,156.00	\$15,009.71	\$20,183.70	\$25,896.94	\$31,685.57	\$38,721.70
DEPRE.	\$	\$ 9,143.19	\$	\$	\$	\$
ACUMULADA	-		16,793.78	20,485.78	22,647.78	24,809.78

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.3.9. Evaluación financiera

Los indicadores de rentabilidad se muestran de la siguiente manera:

Tabla 89: Flujo de efectivo

DESCRIPCION	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Flujo de Caja Neto		\$15,009.71	\$20,183.70	\$25,896.94	\$31,685.57	\$38,721.70
Inversión Fija	- \$28,710.00					\$13,310.00
Inversión Corriente	- \$42,446.00					\$42,446.00
Resultado	- \$71,156.00	\$15,009.71	\$20,183.70	\$25,896.94	\$31,685.57	\$94,477.70
PAYBACK	- \$71,156.00	- \$56,146.29	- \$35,962.59	- \$10,065.65	\$21,619.91	\$116,097.61

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.3.9.1. Plazo de recuperación del Capital (PRC)

Tabla 90: Plazo de recuperación del Capital (PRC)

PERIODO	FLUJO NETO	FACT ACTUALIZ.	VALOR ACTUALIZADO
		9.76%	
0	-\$71,156.00		
1	\$15,009.71	0.9110787172	13675.03
2	\$20,183.70	0.8300644289	16753.77
3	\$25,896.94	0.7562540351	19584.67
4	\$31,685.57	0.6890069562	21831.58
5	\$38,721.70	0.6277395738	24307.14
		SUM(FNA)	96152.19
		INV INICIAL	-71156.00
VAN = SUM(FNA) - INV INICIAL			\$24,996.19

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Tabla 91: Flujo netal de caja acumulado

PERIODO	INVERSIÓN	FLUJO NETAL DE CAJA ACUMUALADO
0		
1		\$15,009.71
2		\$35,193.41
3		\$61,090.35
4		\$92,775.92
5		\$131,497.62

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.3.9.2. Cálculo de PRC.

CÁLCULO DEL PRC			
PRC =	(FLUJO NETO ACUMULADO - INVERSION) / FLUJO NETO ULTIMO PERIODO		
			\$71,156.0
PRC =	\$131,497.62	-	0
	\$38,721.7		
	0		
PRC =	\$1.56	6.72	21.6
	0.56	0.72	
PRC =	1AÑO	6 MESES	21 DÍAS

Tabla 92: Cálculo de PRC

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.3.9.3. Estimación de la relación Beneficio/ Costo R (B/C)

Tabla 93: Estimación de la relación Beneficio/Costo

RELACION BENEFICIO /COSTO			
ACTUALIZACION COSTO TOTAL			
PERIODO	COSTO ORIGINAL	FACT ACTUALIZ 9.76%	COSTO ACTUALIZADO
0			
1	\$1,024,923.05	0.9110787172	\$933,785.58
2	\$1,019,080.99	0.8300644289	\$845,902.88
3	\$1,013,272.23	0.7562540351	\$766,291.21
4	\$1,007,496.57	0.6890069562	\$694,172.15
5	\$1,001,753.84	0.6277395738	\$628,840.53
			\$3,868,992.34

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Tabla 89: Actualización de ingresos

ACTUALIZACION INGRESOS			
PERIODO	INGRESO ORIGINAL	FACT ACTUALIZ 9.76%	INGRESO ACTUALIZADO
1	\$1,229,907.66	0.9110787172	\$1,120,542.69
2	\$1,222,897.18	0.8300644289	\$1,015,083.45
3	\$1,215,926.67	0.7562540351	\$919,549.45
4	\$1,208,995.89	0.6890069562	\$833,006.58
5	\$1,202,104.61	0.6277395738	\$754,608.64
			\$4,642,790.81
	R(B/C) = INGRESO ACTUALIZADO =	\$	4,642,790.81
	COSTO ACTUALIZADO	\$	3,868,992.34
	R(B/C) =	1.20	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Condición: Si $R(B/C) > 1$, el proyecto se acepta.

Si $R(B/C) = 1$, el proyecto es indiferente.

Si $R(B/C) < 1$, no se acepta el proyecto

- **Interpretación**

Puesto que se cumple que $R(B/C) > 1$, se acepta invertir en el proyecto.

4.3.9.4. Cálculo de TIR (Tasa interna de retorno)

Tabla 94: Calculo de TIR (Tasa interna de retorno)

CALCULO DE LA TIR					
PERIOD O	FLUJO	ACTUALIZACION			
		FACT ACTUALIZ 9.76%	VAN MENOR	FACT ACTUALIZ 12%	VAN MAYOR
0			-71156.00		-71156.00
1	15009.71	0.9110787172	13675.03	0.8942144326	13421.90
2	20183.70	0.8300644289	16753.77	0.7996194515	16139.28
3	25896.94	0.7562540351	19584.67	0.7150312541	18517.12
4	31685.57	0.6890069562	21831.58	0.6393912672	20259.48
5	38721.70	0.6277395738	24307.14	0.5717528992	22139.24
			24996.19		19321.02

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Tabla 95: Cálculo del VAN

TIR = $T_m + D_t (VAN\ MENOR/VAN\ MENOR - VAN\ MAYOR)$	
$T_m =$	11.83%
$D_t =$	2.07%
$VAN\ m - Van\ M$	5675.16
TIR=	20.95%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Tabla 96: Indicadores TIR y VAN

	TIR Y VAN
TMAR	16.53%
TIR	20.65%
VAN	\$34,113.05

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

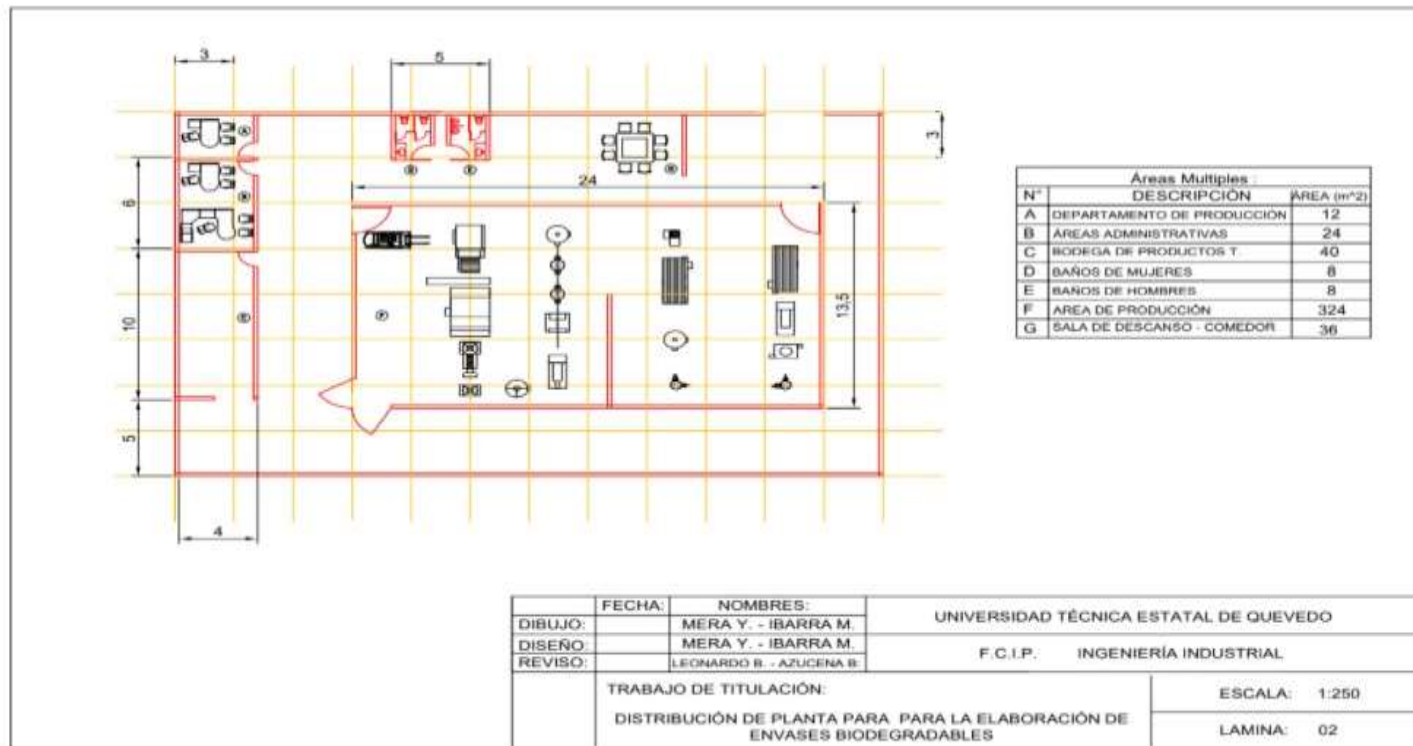
4.3.10. Discusión

Para la implementación de la línea de producción se requiere una inversión aproximadamente de \$61.156.00, cantidad que sería solventada mediante un crédito bancario a la Institución Financiera Pública BanEcuador, en virtud de préstamos para PYMES. Mediante el respectivo estudio financiero se estableció que el precio de venta por unidad de funda estaría en un valor de \$1,66, por lo tanto, se deberían vender 19.199 unidades al año para evitar pérdidas y obtener ganancias. De esta manera, se determinó el VAN de \$24,996.19 con un beneficio costo de \$1,20 mientras se tendría una TIR del 20,95%, siendo así y en base a los criterios de que la TIR es mayor a la tasa de flujo y el resultado mayor a 1, con un periodo de recuperación de 1 año, 6 meses y 21 días, daría similitud a los resultados obtenidos por David Loja y Willian Muñoz en su “Estudio de factibilidad Financiera y Económica para la creación de una Planta Productora de Eco Fundas basadas en el bioplástico” [102] donde evidencian resultados de factibilidad en los indicadores financieros (VAN) y (TIR) con un TIR mayor a cero y un periodo de recuperación de 3 años, donde la presente investigación se encontraría dentro los rangos de viabilidad resaltando que ambos estudios están basados en la relación demanda-oferta, en un ambiente óptimo.

4.4. Optimización del proceso de producción mediante la simulación de varios escenarios.

4.4.1. Layout de distribución de la Planta

Gráfico 43: Layout de la planta

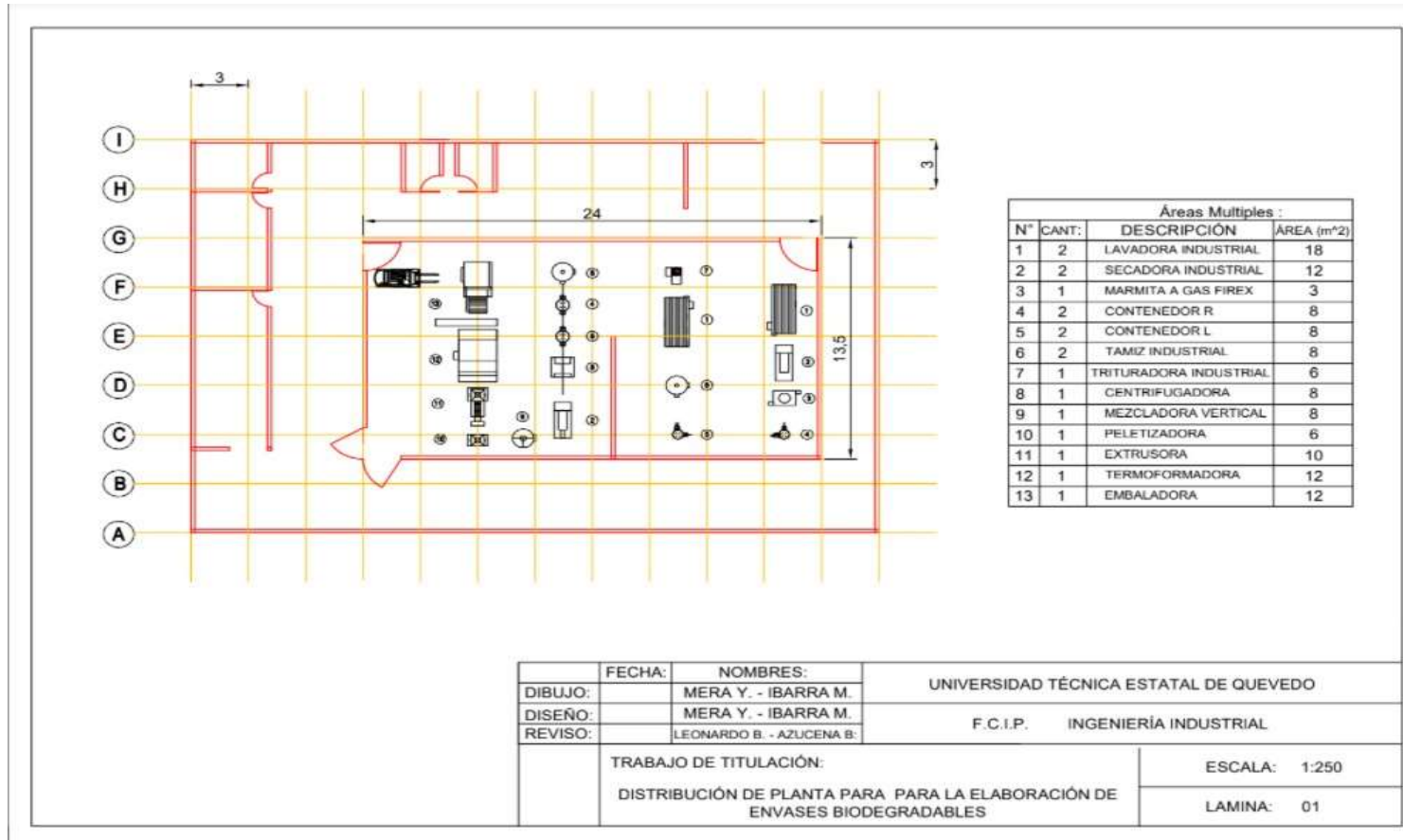


FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.4.2. Layout de distribución del área de producción

Gráfico 44: Layout área de producción



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.4.3. Simulación del proceso de producción primer escenarios.

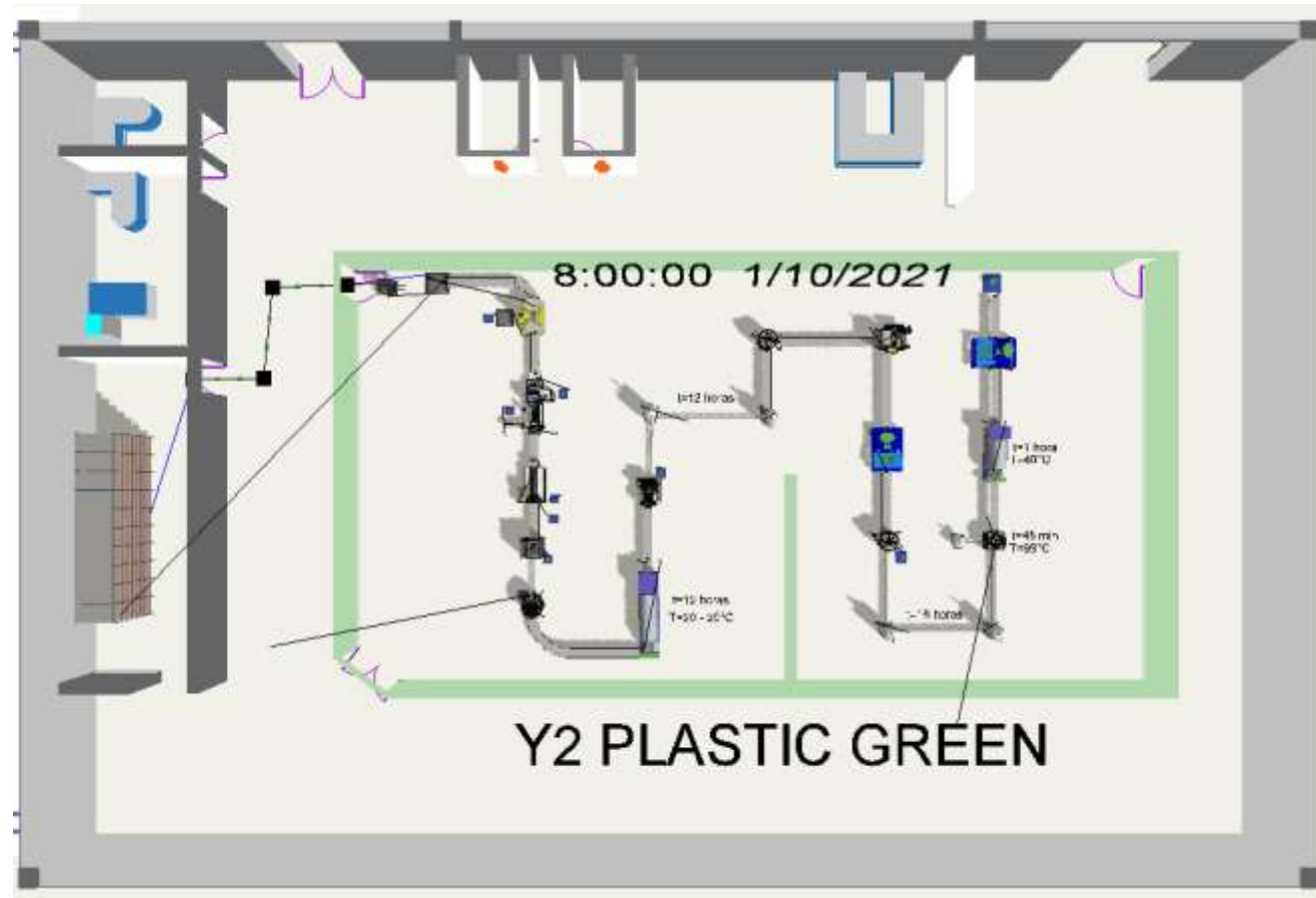


Gráfico 45: Simulación del proceso de producción (primer escenario - vista superior).

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

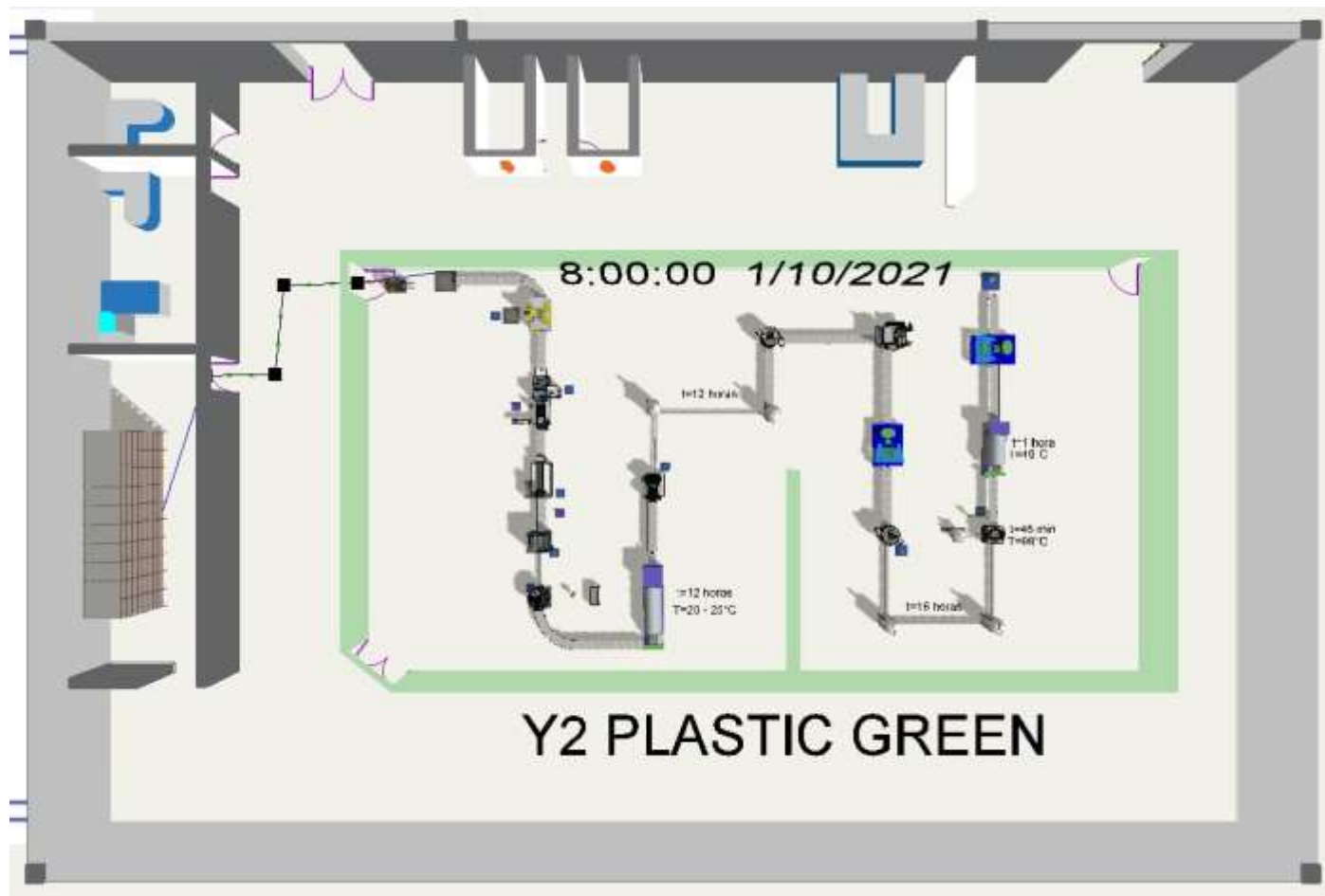
4.4.4. Simulación del proceso de producción segundo escenarios.

Gráfico 46: Simulación del proceso de producción (primer escenario - vista superior frontal).



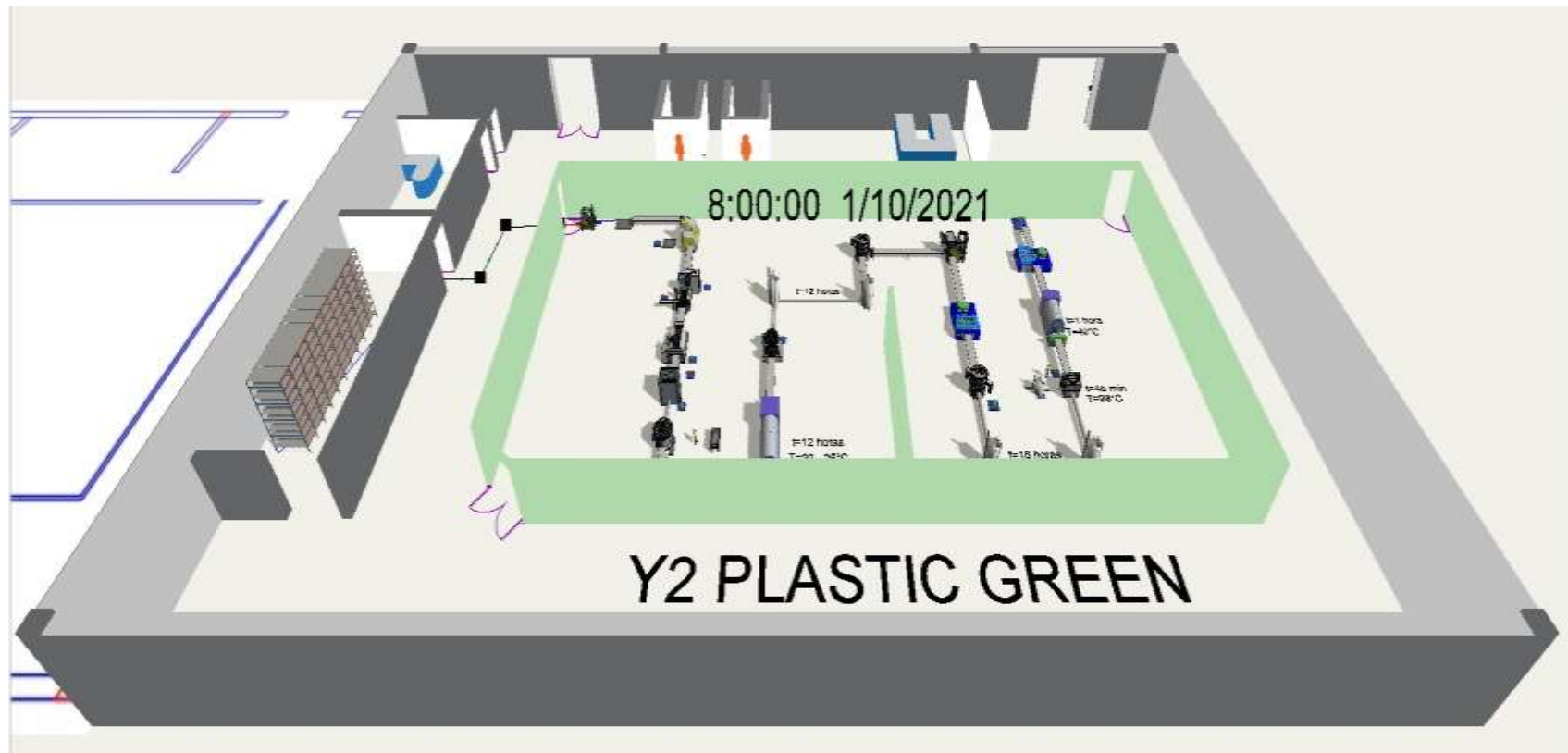
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 47: Simulación del proceso de producción (segundo escenario - vista superior).



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

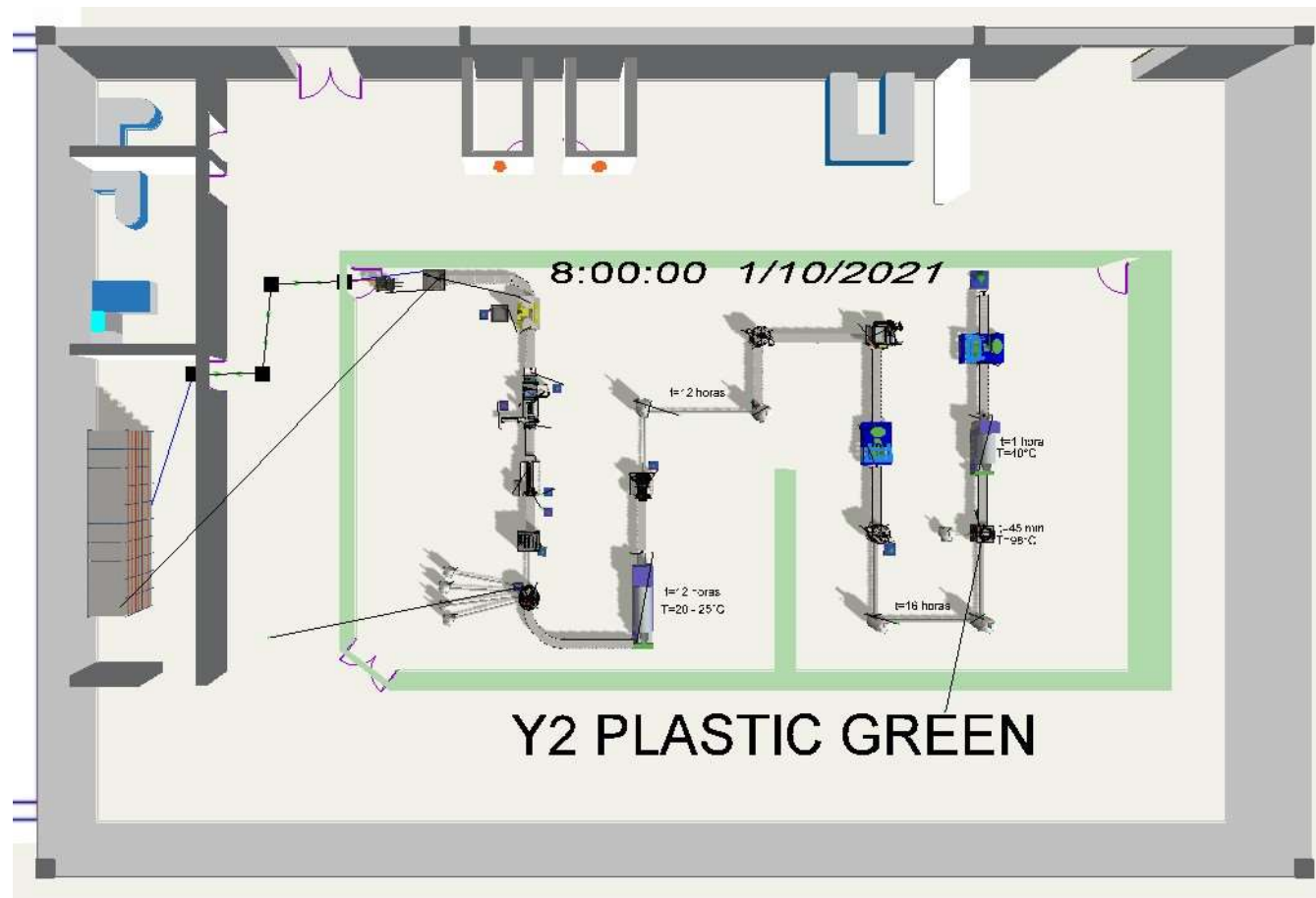
Gráfico 48: Simulación del proceso de producción (segundo escenario - vista superior frontal).



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

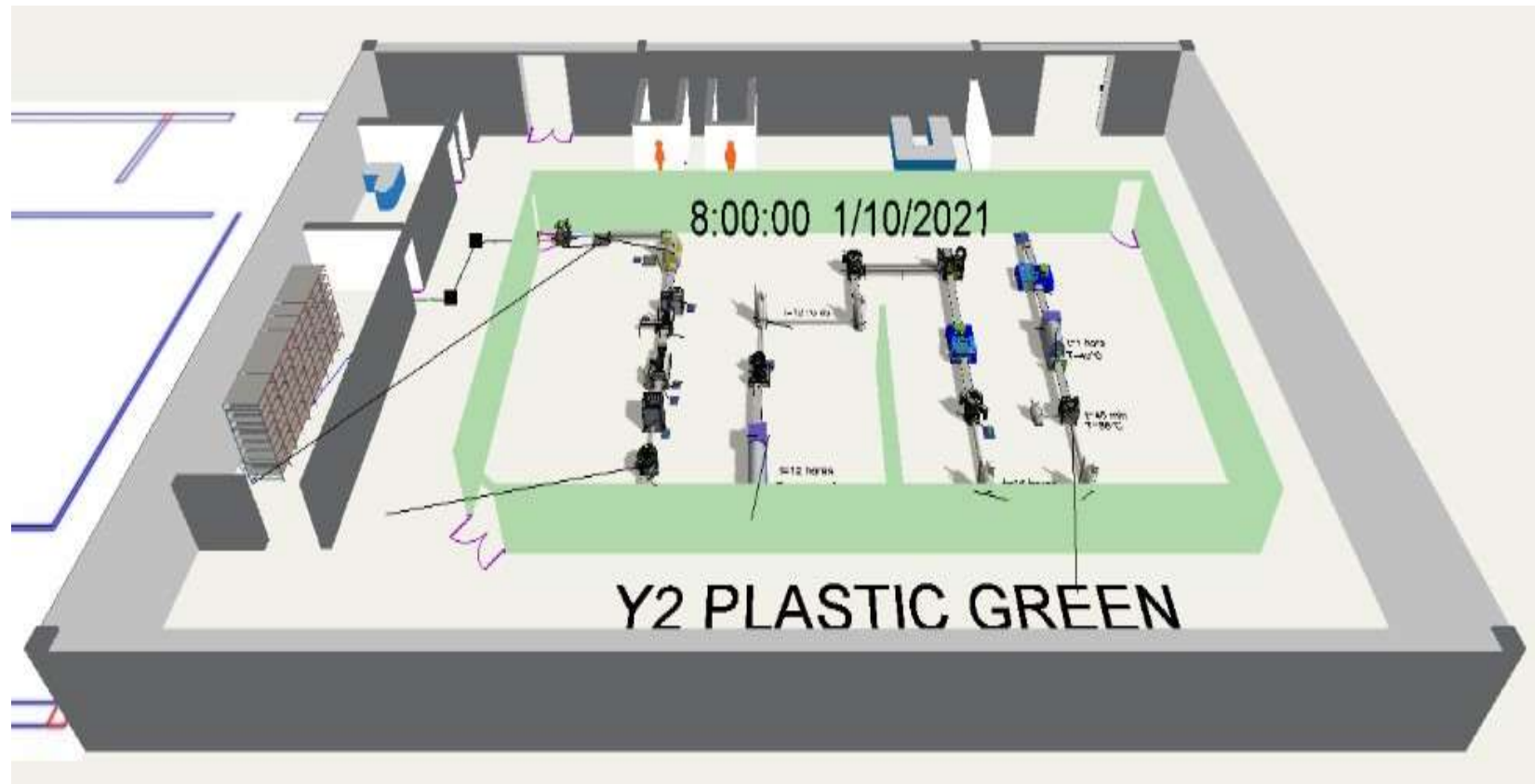
4.4.5. Simulación del proceso de producción tercer escenarios.

Gráfico 49: Simulación del proceso de producción (tercer escenario - vista superior).



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Gráfico 50: Simulación del proceso de producción (tercer escenario - vista superior frontal).



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.4.6. Cálculos para el tiempo de procesamiento por ítem.

4.4.6.1. Maquinarias utilizadas en la extracción del almidón mediante nixtamalización

Tabla 97: Datos para cálculos de tiempos en la extracción de almidón mediante nixtamalización

Datos				
50	kg Tuza x día	=	6,25	kg Tuza x hora
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO				
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)				

4.4.6.2. Proceso de lavado (lavadora industrial)

Tabla 98: Cálculo de tiempo en proceso de lavado

Item por Tiempo		
Time	Capacidad	kg tuza
Hora	500	3125
Minuto	8	52,0833333
Tiempo por ítem		
Tiempo	Capacidad	kg tuza
horas	0,0020000	0,0003200
minutos	0,1200000	0,0192000
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO		
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)		

4.4.6.3. Proceso de secado (secadora industrial)

Tabla 99: Cálculo de tiempo en proceso de secado

Item por Tiempo		
Time	Capacidad	kg tuza
Hora	600	3750
Minuto	10	62,5
Tiempo por item		
Tiempo	Capacidad	kg tuza
horas	0,001666667	0,0002667
minutos	0,1	0,0160000

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Tabla 100: Cálculo de tiempos por movimientos

Movimientos		
Kg de tuza	1	kg de tuza por movimiento
kg de tuza x hora	6,25	kg de tuza x hora por movimiento
Movimientos		
hora	600	movimientos por hora
minuto	10	movimientos por minuto

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.4.6.4. Proceso de cocción (marmita industrial)

Tabla 101: Datos para el cálculo de tiempo de proceso de cocción

Duración del proceso - cocción de tuza	45	Minutos
---	----	---------

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Tabla 102: Cálculo de tiempo del proceso de cocción

Item por Tiempo		
time	Capacidad	kg tuza
hora	200	1250
Minuto	3,333333333	20,8333333
Tiempo por item		
Tiempo	Capacidad	kg tuza
horas	0,005	0,0008000
minutos	0,3000	0,0480000

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.4.6.5. Proceso de filtrado (tamiz industrial)

Tabla 103: Cálculo de tiempo del proceso de filtrado

Item por tiempo		
Time	Capacidad	kg tuza
Hora	1000	6250
Minuto	16,66666667	104,166667
Tiempo por item		
Tiempo	Capacidad	kg tuza
horas	0,001000	0,000160
minutos	0,060000	0,009600

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.4.6.6. Proceso de molienda (trituradora industrial)

Tabla 104: Cálculo de tiempo del proceso de molienda

Item por tiempo		
Time	Capacidad	kg tuza
Hora	750	4687,5
Minuto	12,5	78,125
Tiempo por item		
Tiempo	Capacidad	kg tuza
horas	0,001333	0,000213
minutos	0,080000	0,012800

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.4.6.7. Proceso de decantación (centrifugadora)

Tabla 105: Cálculo de tiempo del proceso de decantación

Item por Tiempo		
Time	Capacidad	kg tuza
Hora	500	3125
Minuto	8,333333333	52,0833333
Tiempo por item		
Tiempo	Capacidad	kg tuza
horas	0,0020000	0,0003200
minutos	0,1200000	0,0192000

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.4.6.8. Maquinarias utilizadas en la producción de fundas biodegradables

Tabla 106: Datos para cálculos de tiempos en el proceso de producción de fundas biodegradables

Datos				
206,3	kg Mezcla	=	kg Mezcla x hora	17,19166667

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.4.6.9. Proceso de mezclado (mezcladora industrial)

Tabla 107: Cálculo de tiempo del proceso de mezclado

Item por Tiempo			
Time	Capacidad	kg Mezcla	
hora	150	2578,75	
Minuto	2,5	42,9791667	
Tiempo por item			
	Tiempo	Capacidad	kg Mezcla
horas		0,0066667	0,0003878
minutos		0,4000000	0,0232671

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.4.6.10. Proceso de peletizado (peletizadora)

Tabla 108: Cálculo de tiempo del proceso de peletizado

Item por Tiempo			
Time	Capacidad		kg Mezcla
hora	800		13753,3333
Minuto	13,33333333		229,222222
Tiempo por item			
	Tiempo	Capacidad	kg Mezcla
horas		0,0012500	0,0000727
minutos		0,0750000	0,0043626
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO			
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)			

4.4.6.11. Proceso de extrusión (Extrusora de film)

Tabla 109: Datos para el cálculo de tiempo del proceso de extrusión

207,7	kg Mezcla	=	kg Mezcla x hora	17,30833333
-------	-----------	---	------------------	-------------

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Tabla 110: Cálculo de tiempo del proceso de extrusión

Item por Tiempo		
Time	Capacidad	kg Mezcla
hora	185	3202,04167
Minuto	3,083333333	53,3673611
Tiempo por item		
Tiempo	Capacidad	kg Mezcla
horas	0,0054054	0,0003123
minutos	0,3243243	0,0187380

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.4.6.12. Proceso de moldeo (termoformadora)

186,9	kg Mezcla	=	kg Mezcla x hora	15,575
-------	-----------	---	------------------	--------

Tabla 111: Datos para el cálculo de tiempo del proceso de moldeo

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Item por Tiempo		
Time	Capacidad	kg Mezcla
hora	720	11214
Minuto	12	186,9
Tiempo por item		
Tiempo	Capacidad	kg Mezcla
horas	0,0013889	0,0000892
minutos	0,0833333	0,0053505

Tabla 112: Cálculo de tiempo del proceso de moldeo

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.4.6.13. Proceso de embalaje (máquina de embalaje)

30729	Fundas diarias	=	Fundas x hora	2560,75
-------	----------------	---	---------------	---------

Tabla 113: Datos para el cálculo de tiempo del proceso de embalaje

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Tabla 114: Cálculo de tiempo del proceso de embalaje

Item por Tiempo		
Time	Capacidad	fundas
hora	720	1843740
Minuto	12	30729
Tiempo por item		
Tiempo	Capacidad	fundas
horas	0,0013889	0,0000005
minutos	0,0833333	0,0000325

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

4.4.7. Discusión

Con el objetivo de buscar la máxima optimización en el planteamiento del diseño de la línea de producción, se realizó una simulación del proceso productivo por medio del software de simulación 3D Flexsim, con el cual se simuló el proceso en tres escenarios diferentes para poder llegar a la propuesta más óptima. El primer escenario mostró un sistema rústico orientado a un proceso totalmente manual, mientras que el segundo escenario estuvo enfocado en un sistema semiautomatizado, es decir la planta productiva estuvo diseñada con el uso de maquinarias semiautomatizadas en las que sería necesaria la intervención de cierto número de trabajadores, y en el último escenario se hizo referencia a un sistema completamente automatizado.

Al hablar de rendimiento notablemente el tercer escenario (automatizado) es el más óptimo, tal como lo expresan Lieter Javier Silva-Díaz, Ybrain Hernández-López, Arellys Vázquez-Peña, Osney Gerardo Pérez-Acosta y Duniet Pérez-Torres en su investigación de “Diseño de un sistema de automatización para una planta de alimentos ensilado” [103], donde obtuvieron resultados como la minimización de tiempos de producción, riesgos laborales, mejorando la competitividad de la gran industria, pero al hablar de rentabilidad y productividad en la implementación de una planta el segundo escenario (semiautomatizado) fue el más conveniente debido a la relación beneficio-costos ya que se obtiene automatización en la planta y una cantidad de inversión ajustable al capital destinado para la implementación de la misma, así como lo describen Patricio Alcocer, Mabel Calero, Nivaldo Cedeño en su estudio científico sobre “Automatización de los procesos Industriales” [104] donde resaltan la importancia de la automatización flexible de procesos al implementar una planta industrial.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Mediante distintos estudios experimentales que se realizaron a los residuos de maíz se obtuvo que los residuos de maíz por medio del método de Nixtamalización tuvieron mayor rendimiento en comparación al método de molienda húmeda, en especial el elote de maíz, así también, que los resultados obtenidos de la fabricación de bioplástico se ajustaban a la fabricación de fundas biodegradables, procediendo a ingresar estos resultados al programa estadístico ANOVA, fue posible hacer la elección del tratamiento más adecuado para la elaboración de bioplástico a base de desechos del maíz, en el caso de la presente investigación dio como resultado el tratamiento a0 b0 (Elote + Nixtamalización), el cual demostró tener características y propiedades propias de un bioplástico.
- Con el levantamiento de información a través de la investigación de campo, bibliográfica y la aplicación de encuestas a la población fue posible identificar a la población objetivo en la ciudad de Quevedo, basándose en distintos criterios como la más adecuada para la instalación de la planta productiva, se pudo conocer el grado de aceptación del producto proveniente de plástico biodegradable, y a su vez con los resultados de la encuesta y mediante el método de ratio en cadena se pudo calcular la demanda estimada de 184373 fundas diarias la cual será abastecida en un espacio físico de 351.7 m², con un diseño del proceso en cadena
- Por otro lado, el estudio económico mediante los cálculos, proyecciones, la diferencia de los flujos netos de efectivo y la inversión inicial, se obtuvo una VAN de \$24,996.19 mayor a cero, con un beneficio costo de \$1,20 mientras se lo puede justificar con una tasa interna de retorno TIR del 20,95%, interpretando una viabilidad positiva para la realización del proyecto, permitiendo recuperar la inversión en el primer año de operaciones.
- Con el objetivo de optimizar el proceso de producción de fundas biodegradables, se realizó un layout de la planta completa y otro especificando los procesos de producción con el objetivo de conocer las posibles distribuciones de área y

maquinarias del proceso, procediendo luego a la simulación del proceso productivo por medio del software de simulación 3D Flexsim, por el cual se simuló el proceso en tres escenarios diferentes para poder llegar a la propuesta más optima, el primer escenario se contó con un flujo de proceso bueno, no automatizado y con la colaboración de algunos obreros que aportarían en varios procesos, el segundo fue un proceso semiautomatizado y el tercero un proceso totalmente automatizado que contaba hasta para la salida del producto con un montacarga para cargas pesadas. Llegando a la conclusión que por tema de costos, productividad y aporte laboral en la localidad el segundo escenario de una planta semiautomatizada sería la óptima.

5.2. Recomendaciones

- Se debe realizar los demás estudios físicos a la funda biodegradable para así conocer con más profundidad las características fisicoquímicas del producto y este sea más viable para el consumo, además de probar con diferentes diseños estéticos de la funda y este sea mucho más llamativo para el consumidor.
- Se debe extender el estudio de mercado en aspectos de adquirir posibilidades de fuentes de comercialización que estén aptas para la venta del producto y que tengan la acogida del consumidor, esto con la finalidad de que el producto crezca y su distribución ya no sea solo local, sino también a nivel nacional, para lo cual se deben llevar a cabo estudios de mercado constantes, para analizar las necesidades y recomendaciones de los consumidores, e ir mejorando la calidad del producto, es necesario considerar también el aspecto económico, se sugiere realizar cálculos anuales del rendimiento de producción y evaluar el uso de nuevos componentes para la elaboración del bioplásticos, de esta manera reducir los costos de producción sin perder la calidad del producto.
- Realizar seguimientos de los procesos, áreas, recorridos, etc.; utilizando nuevas herramientas tecnológicas que ayudan en la evaluación de los procesos, tiempos, cuellos de botella, etc.; manteniendo una activa supervisión de las posibles mejoras en los procesos y en la innovación de las máquinas.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía.

- [1] Inec, «Inec,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>.
- [2] M. V. Espinosa, «Diario El Comercio,» 7 02 2018. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/produccion-quevedo-santodomingo-concordia-agricultura.html>.
- [3] D. R. A. J. M. J. D. L. K. S. C. M. Q. W. S. B. S. W. Clay, «Crop Residue Management Challenges: A Special Issue Summary,» *Agronomy Journal*, vol. 111, nº 1, 2019.
- [4] A. Rodriguez, Biodegradabilidad de materiales bioplásticos, vol. 22, D- Instituto de investigaciones para la Industria Alimentaria., 2012, pp. 69-72.
- [5] D. D. A. M. M. Z. Y. Z. M. A. R. Adriana Avellán, «Obtención de bioplástico a partir de almidón de maíz,» *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios.*, vol. 7, nº 1, pp. 1-11, 2019.
- [6] G. Ubaldo, El maíz y los productos de su industrailización, México: Méxido D. F., 2009.
- [7] A. Sáez y J. A. Urdaneta G., «Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe,» *Omnia*, vol. 20, nº 3, pp. 121-135, 2014.
- [8] A. Maldonado, Artist, *Plan de negocio para la producción de platos desechables biodegradables, elaborados a base de hojas naturales, en la ciudad de Quito.* [Art]. Universidad de Las Américas, 2019.
- [9] P. F. T. A. R. G. A. Francisco Zepeda, «Banco Interamericano de Desarrollo,» 1997. [En línea]. Available: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Diagn%C3%B3stico-de-la-situaci%C3%B3n-del-manejo-de-residuos-s%C3%B3lidos-municipales-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>.
- [10] C. Villavicencio, Artist, *Diseño de modelos de negocios para producir y comercializar platos biodegradables de hojas de platanos.* [Art]. Universidad de Guayaquil, 2018.
- [11] J. C. P.-Y. J. L. L.-S. José Fernando López-Aguirre, «Análisis de la contaminación ambiental por plásticos en la ciudad de Riobamba,» *Polo del conocimiento*, vol. 5, nº 12, pp. 725- 742, 2020.
- [12] A. Franco, Artist, *Plan Piloto para el manejo de Desechos Sólidos Reciclables del barrio Simón Bolívar del Cantón Echeandia.* [Art]. Universidad de Guayaquil, 2014.
- [13] C. Almeida, «“DISEÑO, SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN GASIFICADOR DE DESECHOS DEL MAÍZ,» Guayaquil, 2014.
- [14] P. Auxiliadora, «Centro de investigaciones biológicas Margarita Salas,» 2020. [En línea]. Available: https://digital.csic.es/bitstream/10261/217640/1/SEBBM_Agosto2020_AuxiliadoraPrieto.pdf.
- [15] Produccionagricolamundial, Mayo 2020. [En línea]. Available: <http://www.produccionagricolamundial.com/cultivos/maiz.aspx>.
- [16] E. P.-U. Carril, «Maíz I (Zea mays),» *Reduca (Biología)*, vol. 7, nº 2, pp. 151-171, 2014.
- [17] C. N. Forestal, «Manejo u uso de rastrojos,» 2011.
- [18] V. Adriana, D. Dayana, M. Angie, Z. María, Z. Yuly y R. M. Antonieta, «OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO A PARTIR DE ALMIDÓN DE MAÍZ (Zea mays L.),» *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, p. 11, 2020.
- [19] Y. P. M. Javier Anotinio Palacios Rodríguez, «AUMENTO DEL RENDIMIENTO EN LA EXTRACCIÓN DEL ALMIDON A PARTIR DEL GRANO DE MAIZ Y LA

INFLUENCIA DEL CARBONATO DE ÁCIDO SODICO EN LAS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL SLURRY,» Barranquilla, 2012.

- [20] FAO, «www.fao.org,» 1993. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/t0395s/T0395S00.htm>.
- [21] H. L. Carrasco y R. M. Vasquez, «Extracción de almidón,» Chota, 2018.
- [22] A. Anayansi, B. Wong, T. Patricia, M. Hoyos, J. d. D. Figueroa y C. Jaime, «La nixtamalización y su efecto en el contenido de antocianinas de maíces pigmentados, una revisión,» *SciELO* , 2013.
- [23] W. Bachofen, «WAB-GROUP,» 21 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.wab-group.com>.
- [24] M. Calvo, «Estructura del almidón,» *Bioquímica de Alimentos* .
- [25] R. Navarro y H. Reinecke, «Plastificantes de todo tipo,» *Dialnet* , pp. 14-19, 2012.
- [26] A. Cartón, «Para qué sirve el agua destilada y cómo hacerla,» *Ecología Verde* , 2020.
- [27] bescience, «bescience,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.bescience.com/>.
- [28] G. Lafuente, «GLICEROL: SÍNTESIS Y APLICACIONES,» 2017.
- [29] Ministerio de trabajo migraciones y seguridad social, «ÁCIDO ACÉTICO,» Madrid, 2018.
- [30] A. V. Morillas, 2018. [En línea]. Available: <https://anipac.com/wp-content/uploads/2018/09/bioplasticos.pdf>.
- [31] M. F. G. Cardoso, «<http://vinculacion.dgire.unam.mx>,» 2016. [En línea]. Available: <http://vinculacion.dgire.unam.mx/vinculacion-1/Memoria-Congreso-2016/trabajos-ciencias-biologicas/biologia/11.pdf>.
- [32] J. Chariguamán, «Caracterización de bioplástico de almidón, elaborado por el metodo de casting reforzado con albedro de maracuya,» Honduras, 2015.
- [33] M. M. DAY, ED.D y A. P. CARPI, «Densidad,» *visionlearning*, p. 4, 2002.
- [34] M. Vargas y M. Fabián, «POLIETILENO TEREFTALATO,» Sangolqui , 2013.
- [35] E. Martinez, «DEFINICIONES DE HUMEDAD Y SU EQUIVALENCIA,» Queretaro , 2007.
- [36] GESTERBLOG, «Gester.es,» 29 Abril 2020. [En línea]. Available: gester.es/blog/la-etapa-extrusion-plasticos/.
- [37] M. Ojeda, «tecnologiadelosplasticos,» 30 Mayo 2011. [En línea]. Available: tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.
- [38] F. Cristofani, «Capacidad de producción ¿ qué es y cómo se calcula?,» Buenos Aires, 2020.
- [39] R. Blanco, «BajaLibros,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.bajalibros.com/GL/Notas-sobre-Diseno-Industrial-Ricardo-Blanco-eBook-791198?frstPGI3R=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8=>.
- [40] I. J. M. R. López, «Gestión y arranque de línea de producción “Mixed Model Manufacturing – 3P”,» Aguascalientes, 2015.
- [41] ConexiónEsan, «ESAN,» 12 Noviembre 2019. [En línea]. Available: www.esan.edu.pe.
- [42] J. Pacheco, «HEFLO,» 20 Noviembre 2017. [En línea]. Available: www.heflo.com.
- [43] B. Salazar, «ingenieriaindustrialonline,» 20 Junio 2019. [En línea]. Available: www.ingenieriaindustrialonline.com.
- [44] L. A. Saavedra Robinson, V. Marín Londoño y C. Palacios González, «Diseño de un plan de acción para reducir la carga física biomecánica en empresas del sector del calzado del Valle del Cauca,» *Revista UIS Ingenierías*, vol. 17, n° 2, p. 10, 2018.
- [45] S. Mizuno, *Management For Quality Improvement: The 7 New Qc Tools*, Cambridge: Productivity Press, 1988.

- [46] D. L. Aitor, LAS SIETE ETAPAS PARA REALIZAR UN DAFO CON ÉXITO: GUÍA PRÁCTICA PARA DIAGNOSTICAR TU MODELO DE NEGOCIO. COMO REALIZAR UN DAFO, Pais Vasco (España): Kindle , 2018.
- [47] L. L. Lazzari, CONTROL DE GESTIÓN: UNA POSIBLE APLICACIÓN DEL ANÁLISIS FODA, Buenos Aires: Red Cuaderno CIBAGE, 2002.
- [48] D. D. Prieto Piña, «Análisis de los factores del entorno bajo el enfoque de PESTEL y DAFO para el proyecto empresarial "FEQUINA": Portal web de maquinarias, equipos y herramientas en Brasil,» *Sapienza Organizacional*, vol. 2, nº 3, pp. 4-13, enero-junio 2015.
- [49] F. Rojas Zuñiga, «Estudio de Mercado para productos y servicios derivado de tecnologías de aseguramiento de calidad en la producción de medicamentos en Chile,» *Revista Electrónica Gestión de las Personas y Tecnologías*, vol. 5, nº 15, p. 2, 15 noviembre 2012.
- [50] C. Fernández Robín y C. Aqueveque Torres, «Segmentación de mercados: buscando la correlación entre variables sicológicas y demográficas,» *Revista Colombiana de Marketing*, vol. 2, nº 2, p. 3, junio 2001.
- [51] J. R. Medina, R. L. Romero y G. A. Pérez, «LOCALIZACIÓN DE UNA PLANTA INDUSTRIAL: REVISIÓN CRÍTICA Y ADECUACIÓN DE LOS CRITERIOS EMPLEADOS EN ESTA DECISIÓN,» *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, vol. 8, nº 3, pp. 3-5, 2009.
- [52] J. A. García García, A. Reding Bernal y J. C. López Alvarenga, «Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica,» *Investigación en Educación Médica*, vol. 2, nº 8, pp. 217-224, 2013.
- [53] J. Camacho Sandoval, «Investigación, poblaciones y muestra,» *Acta Médica Costarricense*, vol. 49, nº 1, pp. 11-12, enero-marzo 2007.
- [54] S. Aguilar Barojas, «Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud,» *Salud en Tabasco*, vol. 11, nº 1-2, pp. 333-338, enero-agosto 2005.
- [55] L. E. Paz Enrique, E. A. Hernández Alfonso y D. Tamayo Rueda, «Oferta de información, acercamiento a su fundamentación teórica y epistemológica,» *Ciencias de la Información*, vol. 48, nº 3, pp. 3-10, septiembre-diciembre 2017.
- [56] J. E. Jesús Mora, T. y. F. G. Salcido Vega y D. d. J. Zamorano Armenta, «Análisis de la oferta y la demanda del servicio de internet por cable empresarial de 1024 kbps,» *Ra Ximhai*, vol. 4, nº 2, pp. 295-309, 2008.
- [57] A. Kuznik, A. Hurtado Albir y A. Espinal Berenguer, «El uso de la encuesta de tipo social en Traductología. Características metodológicas,» *MonTI. Monografías de Traducción e Interpretación*, nº 2, pp. 315-344, 2010.
- [58] D. A. Agromonte Mendiola y L. I. Ronceros Mac Kay, «Estudio para la instalación de una planta productora de bebida energética gasificada a base de maca negra, hoja de coca y arándano,» *Ingeniería Industrial*, nº 34, pp. 117-194, enero-diciembre 2016.
- [59] M. A. Nava Rosillón, «Análisis financiero: una herramienta clave para una gestión financiera eficiente,» *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 14, nº 48, pp. 606-628, octubre-diciembre 2009.
- [60] Z. I. Castro Borunda, «EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PARA PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS CON UNA ESTRATEGIA DE PROYECCIÓN FINANCIERA,» *Ra Ximhai*, vol. 13, nº 3, pp. 15-40, julio-diciembre 2017.
- [61] J. Parra y J. La Madríz, «PRESUPUESTO COMO INSTRUMENTO DE CONTROL FINANCIERO EN PEQUEÑAS EMPRESAS DE ESTRUCTURA FAMILIAR,» *Negotium*, vol. 13, nº 38, pp. 33-48, noviembre 2017.
- [62] L. Arias Montoya, L. M. Portilla y M. E. Bernal Loaiza, «LOS COSTOS Y SU MANEJO CON EL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS, CON AYUDA DE LA

DISTRIBUCIÓN NORMAL,» *Scientia Et Technica*, vol. 14, nº 38, pp. 259-263, junio 2008.

- [63] A. A. Gutiérrez Lara, «Gasto público y Presupuesto Base Cero en México,» *El Cotidiano*, nº 192, pp. 13-32, julio-agosto 2015.
- [64] C. Piña Garau, «RECONOCIMIENTO DE INGRESOS Y OBLIGACIONES DE PRESTACIÓN ONEROSAS,» *Touris & Management Studies*, vol. 3, pp. 937-952, 2013.
- [65] G. Guajardo Cantú y N. E. Andrade de Guajardo, *Contabilidad Financiera*, Monterrey: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2005.
- [66] R. Vargas Soto, «ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO,» *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, vol. 8, nº 14, pp. 111-136, 2007.
- [67] I. Martínez Medina, D. Val Arreola, R. Tzintzun Rascón, J. d. J. Conejo Nava y M. J. Tena Martínez, «Competitividad privada, costos de producción y análisis del punto de equilibrio de unidades representativas de producción porcina,» *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, vol. 6, nº 2, pp. 193-205, abril-junio 2015.
- [68] C. Alfaro y J. Gómez, «Un sistema de indicadores para la medición, evaluación, innovación y participación orientado a la administración pública,» *methaodos. revista de ciencias sociales*, vol. 4, nº 2, pp. 274-290, 2016.
- [69] W. A. Valencia, «Indicador de Rentabilidad de Proyectos: el Valor Actual Neto (VAN) o el Valor Económico Agregado (EVA),» *Industrial Data*, vol. 14, nº 1, pp. 15-18, 2011.
- [70] J. Ochoa Yepes y A. M. Mora Cuartas, «Prácticas de presupuesto de capital: empírica en un grupo de empresas del sector de la construcción en Colombia,» *Ecos de Economía*, vol. 18, nº 39, pp. 143-163, julio-diciembre 2014.
- [71] J. A. Samiento Sabogal, «Metodología para el cálculo de la tasa interna de retorno ponderada de alternativas con flujos no convencionales,» *Cuadernos de Administración*, vol. 16, nº 25, pp. 195-217, enero-junio 2003.
- [72] A. F. Salazar, L. C. Vargas, C. E. Añasco y J. P. Orejuela, «PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA BIETAPA EN AMBIENTES DE MANUFACTURA FLEXIBLE MEDIANTE EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO,» *Revista EIA*, nº 14, pp. 161-175, diciembre 2010.
- [73] P. A. Pérez Gosende, «EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE PLANTAS INDUSTRIALES MEDIANTE UN ÍNDICE DE DESEMPEÑO,» *RAE - Revista de Administração de Empresas*, vol. 56, nº 5, pp. 533-546, septiembre-octubre 2016.
- [74] O. Rojas Lazo y L. Rojas Rojas, «Diseño asistido por computador,» *Industrial Data*, vol. 9, nº 1, pp. 7-15, 2006.
- [75] J. C. Puche Regaliza, J. Costas Gual y P. Arranz Val, «Simulación como herramienta de ayuda para la toma de decisiones empresariales. Un caso práctico,» *Revista de Métodos Cuantitativos para la Econonmía y la Empresa*, vol. 21, pp. 188-204, junio 2016.
- [76] A. Bonilla y L. Martínez, «GUIA TECNOPYME. Fase II,» ROBOTIKER, País Vasco, 2003.
- [77] M. A. Díaz Martínez, R. Zárate Cruz y R. V. Román Salinas, «Simulación Flexsim, una nueva alternativa para la ingeniería hacia la toma de decisiones en la operación de un sistema de múltiples estaciones de pruebas,» *Revista Científica*, vol. 22, nº 2, pp. 97-104, 2018.
- [78] I. Simón Marmolejo, F. Santana Robles, R. Granillo Macías y V. M. Piedra Mayorga, «La simulación con FlexSim, una fuente alternativa para la toma de decisiones en las operaciones de un sistema híbrido,» *Científica*, vol. 17, nº 1, pp. 39-49, enero-marzo 2013.
- [79] UCC, «GUÍA DE ESCENARIO AMBIENTES PRÁCTICOS DE APRENDIZAJE. USO DE SOFTWARE FLEXSIM BÁSICO,» Universidad Cooperativa de Colombia, Cali, Colombia, 2018.

- [80] L. F. G. A. C. O. P. C. R. G. P. & V. D. N. García, «Diseño del proceso productivo de bandejas biodegradables a partir de fécula de maíz,» Universidad de Piura, Piura, 2019.
- [81] I. A. V. G. QUIÑÓNEZ, «OBTENCIÓN DE UN POLÍMERO BIODEGRADABLE A PARTIR DE ALMIDÓN DE MAÍZ,» ITCA Editores, San Salvador, 2015.
- [82] D. D. A. M. M. Z. Y. Z. M. A. R. Adriana Avellán, «Obtención de bioplástico a partir de almidón de maíz (*Zea mays* L.),» *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, vol. 7, nº 1, p. 11, Junio 2020.
- [83] P. Añanca, «Diseño del proceso productivo de envases biodegradables a base de cascarilla de arroz y hojilla de algarrobo en la región Piura,» *Universidad de Piura*, pp. 1-128, 2020.
- [84] O. R. García A, M. I. Pinzón F y L. T. Sanchez, «Extracción y propiedades funcionales del almidón de yuca, manihot esculenta, variedad ICA, como materia prima para la elaboración de películas comestibles,» *LIMENTECH CIENCIA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA*, vol. 1, nº 11, pp. 13-21, 2013.
- [85] A. International, «AOAC INTERNATIONAL,» [En línea]. Available: <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis-21st-edition-2019/>.
- [86] A. S. Hernández-Manzano, «Preparación de films a base de quitosano enriquecido con flavonoides totales de *Nachak* (*Bidens andicola*).,» ESPOCH, Riobamba, 2018.
- [87] N. I. 2542, «Servicio Ecuatoriano de Normalización,» 2010. [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2542.pdf>.
- [88] A. d. l. A. Rosales, «Obtención de biopolímero plástico a partir del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*), por el método de olimerización por condensación en el laboratorio 110 de la UNAN-Managua,» UNAN, Managua, 2016.
- [89] A. I. -. A. D5488-94de1, «Powered by globalspec Engineering 360,» 1994. [En línea]. Available: <https://standards.globalspec.com/std/3834758/astm-d5488-94de1>.
- [90] J. Meneses, C. M. Corrales y M. Valencia, «ÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN POLÍMERO BIODEGRADABLE A PARTIR DEL ALMIDÓN DE YUCA,» *Escuela de ingeniería de Antioquia*, nº 8, pp. 57-67, 2007.
- [91] Corporación Financiera Nacional, «Ficha Sectorial: Fabricación de productos plásticos,» Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios, Quito, 2020.
- [92] MAGAP, «Boletín Situacional - Maiz Duro 2018,» Coordinacion General del Sistema de Informacion Nacional, Quito, 2020.
- [93] GAD Municipal Quevedo, «Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Quevedo,» Quevedo, 2017.
- [94] P. Morales Vallejo, «Estadística aplicada a las Ciencias Sociales - Tamaño de la muestra,» Universidad Rafael Landívar, Cdad. de Guatemala, 2012.
- [95] Sistema Nacional de Información, «Proyecciones y Estudios Demográficos,» 2021. [En línea]. Available: <https://sni.gob.ec/proyecciones-y-estudios-demograficos>.
- [96] S. C. EC, «San Camilo Comercializadora de granos,» 2021. [En línea]. Available: <http://www.sancamilo.com.ec>.
- [97] L. c. d. esparadrappo, «La casa del esparadrappo,» [En línea]. Available: <https://www.lacasadelesparadrappo-ec.com/>.
- [98] M. Caicedo-Cantos, «Análisis de los procesos operativos y distribución de planta en la empresa CIMETCORP S.A,» UG, Guayaquil, 2019.
- [99] C. -. C. E. d. E. innovadoras, «Emprendemos juntos,» [En línea]. Available: https://www.emprenemjunts.es/adjuntos/894_ADJUNTO_1.pdf.
- [100] M. CAJIGAS y E. y. R. D. RAMIREZ, «Capacidad de producción y sostenibilidad en empresas nuevas,» *Espacios*, vol. 40, nº 43, p. 15, 2019.
- [101] M. d. t. y. empleo, «Ministerio de trabajo,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-para-la-Construcci%C3%B3n-y-Obras-P%C3%BAblicas.pdf>.

- [102 W. M. David Loja, «Estudio de factibilidad Financiera y Económica para la creación de una Planta Productora de Eco Fundas basadas en el bioplástico,» Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca, 2013.
- [103 Y. H.-L. A. V.-P. O. G. P.-A. D. P.-T. Lieter Javier Silva-Díaz, «Diseño de un sistema de automatización para la planta de alimento ensilado "Héctor Molina",» *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 26, nº 4, 2017.
- [104 M. C. N. C. Patricio Alcocer, «Automatización de los procesos industriales,» *journalbusinesses*, 2019.
- [105 I. E. d. Normalización, «Servicio Ecuatoriano de Normalización,» 2010. [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2542.pdf>.

CAPITULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1: Recepción de materia prima



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Anexo 2: Clasificación y limpieza de la materia prima



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Anexo 3: Pesado de la materia prima para el proceso de extracción de almidón



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Anexo 4: Proceso de molienda de la materia prima para la posterior extracción de almidón.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Anexo 5: Proceso de cocción por el método de Nixtamalización



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Anexo 6: Masa sobrante con nejayote luego del proceso de cocción.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Anexo 7: Obtención de almidón de cáscara y elote (tusa) de maíz



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Anexo 8: Proceso de secado del almidón



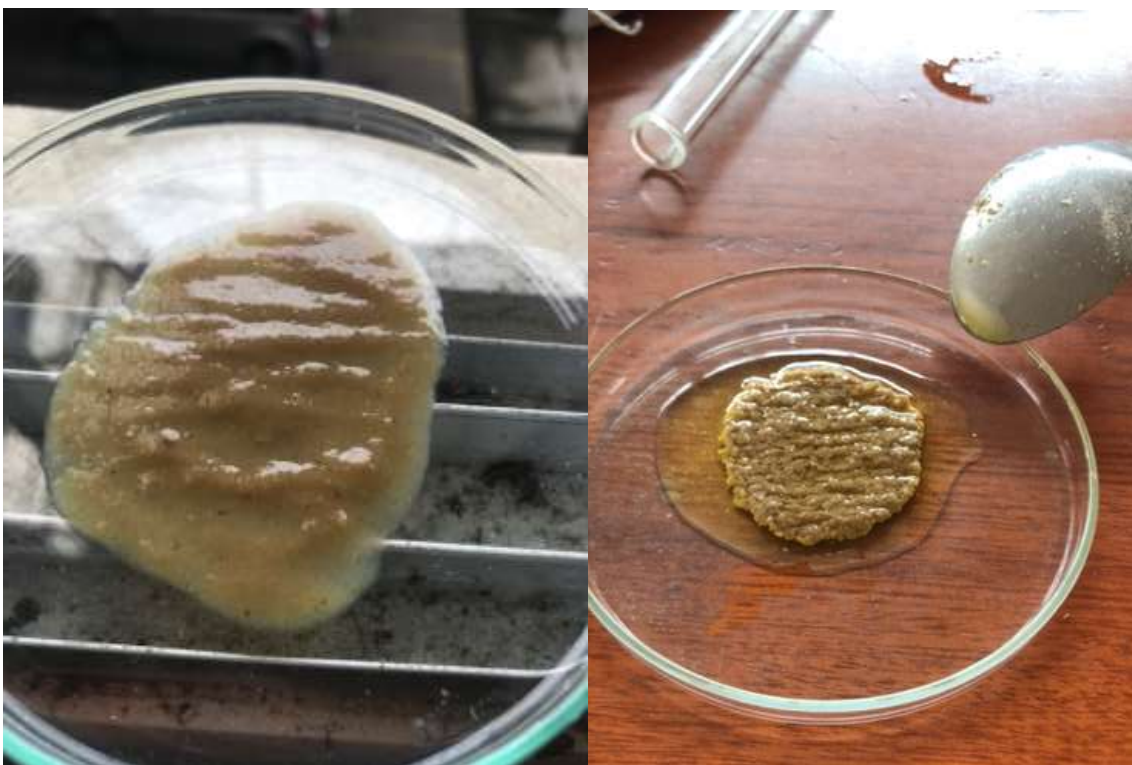
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Anexo 9: Mezcla del almidón y los plastificantes



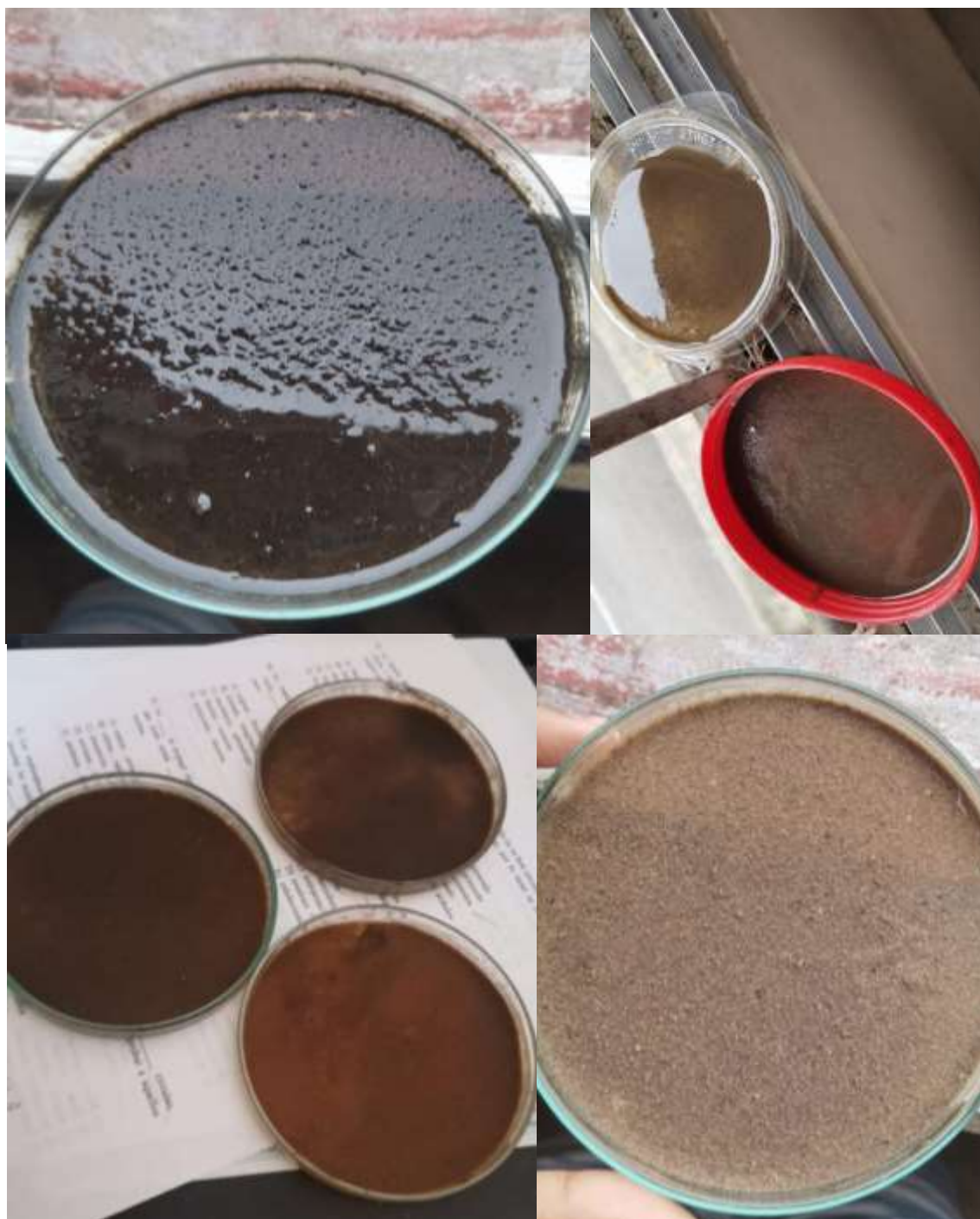
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Anexo 10: Primeros resultados de bioplástico



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)

Anexo 11: Obtención de láminas de bioplástico húmedo y seco



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: MERA, IBARRA (2021)