

COMPUESTOS DE ALMIDÓN - ETILENGLICOL - NANO ZNO. OBTENCIÓN EN LABORATORIO Y
PROPUESTA DE PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD A ESCALA INDUSTRIAL

Elaborado por:

Yurxley Paola Cubillos

Luis Gerardo Tequia

Revisado por:

Dra. Helia Bibiana

Ing. Sergio Plazas

Ing. Francy Castellanos

Tecnología Procesamiento Industrial y de Plásticos

Universidad ECCI

BOGOTA D.C.

2020

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCION	6
2.	OBJETIVOS	7
2.1.	OBJETIVO GENERAL	7
2.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	7
3.	MARCO TEORICO.....	8
3.1.	PROCESO DE EXTRUSION	8
3.2.	PLASTIFICANTES	8
3.3.	BIODEGRADABILIDAD	9
3.4.	NANOMATERIALES.....	10
3.5.	LOS NANOCOMPUESTOS Y LOS POLIMEROS.....	10
3.6.	METODOS DE SINTESIS DE NANO COMPUESTOS	11
3.6.1.	PIROLISIS DE PULVERIZACION ULTRASONICA.....	11
3.6.2.	METODO DE IRRADIACION.....	11
3.6.3.	MÉTODO EX SITU	12
3.6.4.	MÉTODO IN SITU	12
3.6.5.	METODO HIDROLISIS OXIDATIVA	13
3.6.6.	METODO SOL GEL.....	13
4.	MARCO EXPERIMENTAL	14
4.1.	MATERIALES	14
4.1.1.	SINTETIZACION DE NANO PARTICULAS.....	14
4.1.2.	EXTRUSION DE FILAMENTOS	14
4.2.	PROCEDIMIENTO PROCESAMIENTO DE SINTESIS DE NANO PARTICULAS DE ZnO	15
4.3.	PROCEDIMIENTO EXTRUSION DE FILAMENTOS	16
4.4.	PROCESAMIENTO EXTRUSIÓN DE NANO PARTÍCULAS DE ZINC CON ALMIDÓN TERMOPLÁSTICO USANDO EL PLASTIFICANTE ETILENGLICOL AL 29,5% Y ÁCIDO ESTEÁRICO AL 0.5% 16	
5.	DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE OBTENCION DEL MATERIAL COMPUESTO.....	17
5.1.	COSTOS REQUERIDOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	24
5.2.	CONTROLES DE CALIDAD EN LA OBTENCION DE NANO COMPUESTOS	19

5.3.	HERRAMIENTAS USADAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD Y PRODUCCION	¡Error!
	Marcador no definido.	
6.	RESULTADOS.....	31
6.1.	RESULTADOS EN TALLER DE PLASTICOS	31
6.2.	RESULTADOS LABORATORIO DE QUIMICA.....	33
7.	ANALISIS DE RESULTADOS.....	34
7.1.	Análisis Diferencia Material Obtenido	36
7.2.	Análisis Pesos de Mezclas de Almidón Termoplástico y diversos Plastificantes.....	37
7.3.	Análisis Cantidad de Extrusiones de las Mezclas Almidón Termoplástico y los diferentes plastificantes implementados.....	38
8.	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
9.	CONCLUSIONES.....	39
10.	REFERENCIAS	40
11.	ANEXOS	41

LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. metodo de sintesis</i>	12
<i>Ilustración 2. Procedimiento de Sintetizacion de nano partículas de Zn O por Proceso de Coprecipitacion</i>	15
<i>Ilustración 3. Procedimiento Extrusión de filamentos</i>	16
<i>Ilustración 4. Procesamiento de Nano partículas y Almidón Termoplástico por proceso de extrusión</i>	16
<i>Ilustración 5. Análisis de Temperatura procesamiento de Almidón+ Plastificantes</i>	34
<i>Ilustración 6. Análisis Temperatura Zona 1</i>	34
<i>Ilustración 7. Análisis Temperatura Zona 2</i>	35
<i>Ilustración 8. Análisis Temperatura Zona 3</i>	35
<i>Ilustración 9. Análisis Temperatura Zona 4</i>	36
<i>Ilustración 10. Análisis de Pesos obtenidos en las cajas Petri</i>	36
<i>Ilustración 11. Analisis pesos finales mezclas de Almidón termoplástico con los plastificantes evaluados</i>	37
<i>Ilustración 12. Análisis cantidad de extrusiones requeridas para la homogenización del material</i>	37
<i>Ilustración 13. Diagrama de Ishikawa usando la metodología de las 5M</i>	19

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Resultados Temperaturas de procesamiento de Almidón + Glicerina 29,5%</i>	31
<i>Tabla 2. Resultados Temperaturas de procesamiento de Almidón + Sorbitol al 29%</i>	31
<i>Tabla 3. Resultados Temperaturas de procesamiento de Almidón + Glicerina al 29%</i>	31
<i>Tabla 4. Resultados Temperaturas de procesamiento de Almidón + Glicerina al 28,5%</i>	32
<i>Tabla 5. Resultados Temperaturas de procesamiento de Almidón + Glicerina al 28%</i>	32
<i>Tabla 6. Resultados Temperaturas de procesamiento de Almidón + Etilenglicol al 29%</i>	32
<i>Tabla 7. Pesos de Producto final obtenidos según su concentración y tipo de plastificante empleado</i>	32
<i>Tabla 8. Resultados de Pesaje Cajas Petri con material nano compuesto de Óxido de Zinc</i>	33
<i>Tabla 9. Observaciones presentadas en las diferentes cajas Petri con nano partículas de óxido de zinc</i>	41

1. INTRODUCCION

En los últimos años la nanotecnología pretende posicionarse como una nueva revolución tecnológica, llegando al nivel industrial al concebirse como el campo de las ciencias aplicadas concerniente a la manipulación de la materia a una escala nanométrica. La investigación y el uso de nano materiales han atraído mucho interés debido a su tamaño reducido (1-100 nm) y a las nuevas estructuras que exhiben propiedades biológicas, físicas, químicas, significativamente mejoradas y en comparación con sus precursores moleculares. [1]

Para el caso del ZnO se han adoptado diferentes métodos de síntesis con diferentes parámetros y varias condiciones de crecimiento como la temperatura, la presión, la relación de hidrólisis, y precursores para lograr diferentes formas de nano partículas de ZnO tales como nano esferas, nanotubos, nano varillas, nano cintas, nano hilos, nano anillos, etc. [2]

Las nano partículas de ZnO se consideran no tóxicas, bioseguras y biocompatibles y se han encontrado en muchas aplicaciones biológicas de la cotidianidad, tales como vehículos de fármacos, cosméticos y como rellenos en materiales o dispositivos médicos. Las nano partículas de ZnO se han mantenido en la vanguardia debido a su durabilidad, alta selectividad e incompatibilidad. Por último, adicionalmente a sus aplicaciones como sensores de gas, foto-detectores y demás aplicaciones foto catalíticas, las nano partículas de ZnO exhiben excelentes propiedades de bloqueo UV. [3]

En este trabajo presentaremos lo que concierne a la sintetización de nano partículas de óxido de zinc por proceso de precipitación y procesamiento de almidón termoplástico con etilenglicol al 29,5% posterior a ello se presentara la caracterización y procesabilidad de las nano partículas de óxido de zinc y el almidón termoplástico por proceso de extrusión.

Finalmente se modelo el procesamiento y comercialización de pellet a manera industrial evidenciando los parámetros de calidad requeridos implementando la metodología 5M y las pausas del proceso.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Obtener nano compuestos almidón termoplásticos – óxido de zinc a nivel experimental, proponiendo la línea de producción y el control de calidad para el producto a escala industrial

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Obtener nano partículas de óxido de zinc través del método de coprecipitación.
- Caracterizar las nano partículas de óxido de zinc
- Obtener almidón termoplástico a través de la extrusión de almidón de yuca y etilenglicol
Obtener el nano compuesto almidón termoplástico, ZnO
- Realizar el diseño del proceso productivo de obtención del material compuesto

3. MARCO TEORICO

3.1. PROCESO DE EXTRUSION

La extrusión es un proceso usado para crear objetos con un perfil de sección transversal fija en donde un material es empujado o jalado a través de un dado con la sección transversal deseada. Las dos ventajas principales de este proceso sobre otros procesos de fabricación son su capacidad de crear secciones transversales muy complejas y trabajar con materiales frágiles (quebradizos) ya que el material sólo se somete a esfuerzos de compresión y de fricción. También forma partes con un excelente acabado superficial.

La extrusión puede ser continua (produciendo teóricamente una pieza indefinidamente larga) o semi-continua (produciendo muchas piezas). El proceso de extrusión se puede hacer con el material caliente o frío. La extrusión no es sólo para las resinas plásticas, otros materiales comúnmente extruidos son metales, polímeros, cerámica, cemento, plastilina y productos alimenticios. Los productos de extrusión son generalmente llamados "extruidos".

Se utiliza un jalador para proporcionar la tensión en la línea de extrusión que es esencial para la calidad general del producto extruido. También los peletizadores pueden crear esa tensión al tiempo que tira filamentos extruidos para cortar

3.2. PLASTIFICANTES

En ausencia de aditivos, las películas fabricadas de almidón son frágiles. Los plastificantes generalmente se adicionan para procesar un material termoplástico (TPS), con el fin de obtener formas extruidas u objetos moldeados. Pueden definirse como sustancias de bajo peso molecular que se incorporan en una matriz polimérica para incrementar su flexibilidad y su procesabilidad. La glicerina es el plastificante más utilizado es el almidón. También se utilizan el xylitol, sorbitol y maltiol. [1]

3.3. BIODEGRADABILIDAD

Para seleccionar un polímero como material biodegradable debe tenerse en cuenta tanto las propiedades mecánicas como el tiempo de degradación necesario para una aplicación en particular. Los factores que influyen en la velocidad de biodegradación son las condiciones de los medios tales como:

- temperatura, humedad, pH.
- Características del polímero, como presencia de enlaces químicos susceptibles a la hidrólisis, hidrofobicidad, peso molecular, cristalinidad, temperatura de transición vítrea y de fusión.
- Características de los microorganismos, tales como: cantidad, variedad, fuente, actividad. La degradación de un polímero puede definirse como un cambio en la estructura química que conlleva una modificación apreciable de sus propiedades. Existen cinco mecanismos de degradación que pueden interactuar entre sí produciendo un efecto sinérgico:
 - Foto degradación
 - Oxidación mediante aditivos químicos
 - Degradación térmica
 - Degradación mecánica
 - Degradación mediante microorganismos (bacterias, hongos o algas)

La biodegradabilidad tiene lugar por vía hidrolítica y normalmente se completa con procesos enzimáticos. En la primera fase el agua penetra en el material atacando los enlaces químicos de la fase amorfa y convirtiendo las cadenas poliméricas largas en fragmentos más cortos solubles en agua. Debido a que esto ocurre inicialmente en la fase amorfa hay una reducción en el peso molecular sin pérdidas en las propiedades mecánicas, porque la matriz del material está soportada aún por las regiones cristalinas. Una nueva reducción del peso molecular da lugar a una pérdida de propiedades físicas, cuando el agua empieza a fragmentar el material. En una segunda fase ocurren el ataque enzimático y la metabolización de los fragmentos, produciendo una pérdida rápida de masa del polímero. [2]

3.4. NANOMATERIALES

Los nanomateriales pueden definirse como aquellos cuya longitud característica está en el rango de los nanómetros. En estas dimensiones, las propiedades del material son totalmente distintas de las propiedades de las moléculas o átomos individuales y de los materiales continuos. El estudio de los materiales a esta escala ha sido reconocido como una nueva área científica, y recibe el nombre de Nanociencia. No obstante, el término Nanotecnología, que llega a ser incluso más popular que Nanociencia, se refiere a la capacidad para construir dispositivos basados en el control de objetos de dimensiones nanométricas para aplicaciones tecnológicas concreta.

3.5. LOS NANOCOMPUESTOS Y LOS POLIMEROS

Los nano compuestos son combinaciones de polímeros y de minerales, nanopartículas o nanofases poliméricas o cerámicas en donde los últimos se encuentran altamente dispersos en los primeros. En este caso nos referimos a ciertos tipos de minerales que tienen la capacidad de exfoliarse en capas con grosores del orden un nanómetro (esto es, de una millonésima de milímetro). El ancho y el largo de las plaquetas pueden tener dimensiones más grandes (de 100 a 1.000 nanómetros). Por esta razón, se afirma que los minerales de los nano compuestos tienen una relación muy alta entre longitud y espesor, y que de esta manera el contacto entre ellos y los polímeros se hace a través de áreas superficiales muy altas. Al existir un área de interacción muy alta entre el aditivo y el polímero, se desarrollan propiedades también excepcionales en el compuesto, como son una mayor resistencia al calor, un módulo elástico alto, baja viscosidad, estabilidad dimensional, buena apariencia de la superficie y propiedades de barrera mejoradas. Todo esto con niveles de aditivo del orden del 2% al 6%. Con rellenos minerales normales, los niveles de adición deben superar el 30% para obtener resultados que son una fracción pequeña de lo que se logra en los nano compuestos. [3]

Dependiendo del número de dimensiones no nano métricas de las partículas añadidas, los materiales nano compuestos se clasifican en:

- Nano-0D: nano partículas isodimensionales (esferas de sílice preparadas in situ por cristalización sol-gel).
- Nano-1D: dos dimensiones nanométricas y una dimensión mayor, con estructuras largas (nanotubos o nanofibras).
- Nano-2D: una dimensión nanométrica, dando lugar a estructuras laminares (nanoarcillas).
- Nano-3D: policristales, materiales nanoestructurados, sólidos nanorganizado. [4]

3.6. METODOS DE SINTESIS DE NANO COMPUESTOS

3.6.1. PIROLISIS DE PULVERIZACION ULTRASONICA

(USP) es una técnica sintética un simple aerosol ampliamente utilizado para la síntesis de nano-materiales, tales como películas delgadas o nano partículas. Debido a su fácil de viabilidad, flexibilidad y eficiencia de costo, El método USP es una alternativa importante para la deposición de vapor químico (CVD). Los precursores para pirolisis por pulverización ultrasónica se preparan a menudo a través sol-gel ruta. La composición de las nano-partículas sintetizadas o la película se puede modificar fácilmente a través de cambios en los parámetros de procesamiento. Ultrasónica de rocío pirolítico le da control total sobre el proceso más importante parámetros tales como: amplitud ultrasónica solución de precursor composición de precursor / viscosidad Tasa de flujo temperatura de deposición temperatura del sustrato

Cuando las partículas de nano se sintetizan a través de pirolisis por pulverización ultrasónica, sales orgánicas e inorgánicas se pueden utilizar como precursores para la preparación de polvos metálicos, nano con carácter de óxidos y compuestos. La solución de precursor es atomizado por ultrasonidos antes de la niebla de gotitas de tamaño fino entra en el horno, en donde la descomposición térmica del material que se lleva a cabo. [5]

3.6.2. METODO DE IRRADIACION

La técnica de irradiación con microondas produce nanopartículas con una muy baja dispersión de tamaño, aunque no siempre se logra un control preciso en la morfología. Las microondas actúan como campos eléctricos de alta frecuencia, capaces de calentar cualquier material conteniendo cargas eléctricas, haciendo que pierdan energía. Las sustancias utilizadas deben absorber la irradiación y ser capaces de transformar la energía electromagnética en calórica, dando por resultado productos de tamaño nanométrico. Éste es un método rápido, uniforme y efectivo, que permite incrementar las cinéticas de reacción en uno o dos órdenes de magnitud [8]

. Existen varias formas de irradiación como pueden ser por microondas y por láser, entre otras. El método de irradiación con láser produce nanopartículas de forma y tamaño bien definidos. Por ejemplo, la irradiación con láser de una solución acuosa de tensioactivo que contiene sal de plata puede producir nanopartículas de plata. El tamaño de éstas se puede alterar por la modulación de la energía del láser; una potencia de láser baja con tiempos de irradiación cortos puede dar nanopartículas de plata de tamaño menor a 20 nm, mientras que el aumento de la potencia de irradiación reduce aún más las dimensiones de nanopartículas obteniendo tamaños menores de 5 nm. [6]

3.6.3. MÉTODO EX SITU

En este sistema la polimerización de los monómeros y la formación de partículas metálicas se realizan por separado, para posteriormente ser mezclados mecánicamente y dar lugar a una mezcla homogénea hasta formar el nano compuesto, las interacciones que se pueden formar en el método ex situ (polímero/nanopartículas) son uniones de Van der Waals, Lewis o interacciones ácido-base. [7]

3.6.4. MÉTODO IN SITU

Fue el primer método empleado y en la actualidad es el proceso más utilizado para la preparación de un nano compuesto. En esta técnica, las partículas son hinchadas dentro del monómero, hasta que la formación del polímero pueda ocurrir entre las partículas. Se inicia la polimerización mediante un incremento de temperatura del medio o bien por la adición de un agente de curado. Cuando se inicia la polimerización, el monómero intercalado puede reaccionar disminuyendo su polaridad y desplazando el equilibrio termodinámico. Una característica importante es que en el proceso los monómeros pueden actuar como solvente para poder mantener la dispersión de las partículas, permitiendo así una mejor interacción entre éstas y la matriz polimérica [7]

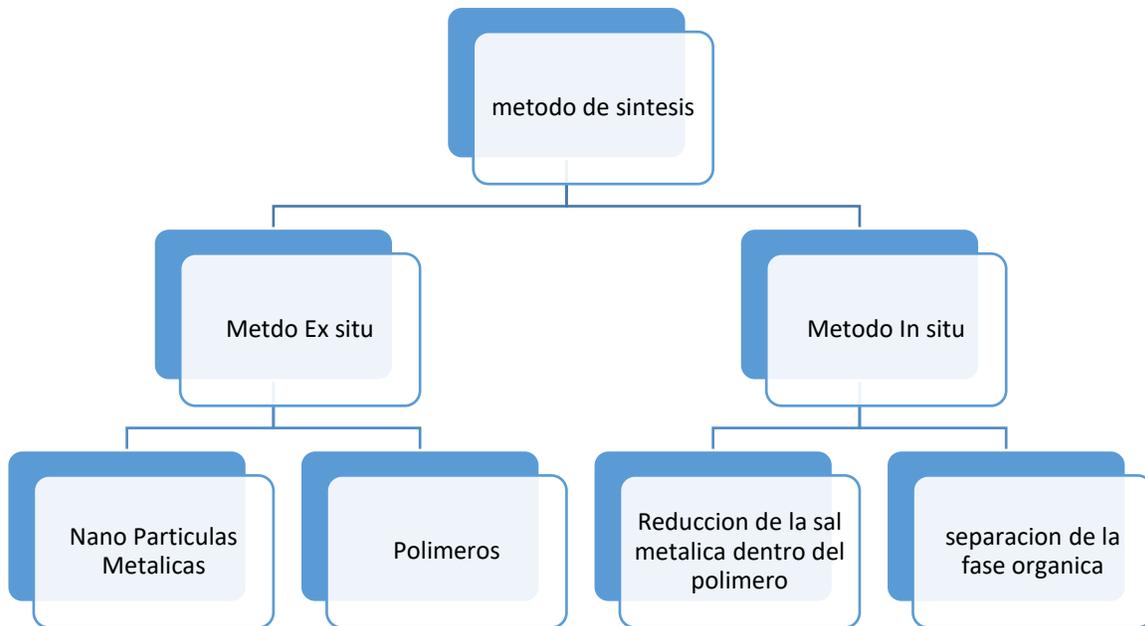


Ilustración 1. metodo de síntesis

3.6.5. METODO HIDROLISIS OXIDATIVA

La síntesis de la formación de óxidos metálicos mediante la técnica de hidrólisis oxidativa implica dos mecanismos básicos que pueden ser de manera directa siendo uno de ellos la precipitación de la solución con unidades de crecimiento solubles, suministrados por la disolución de un precursor sólido o bien un proceso en estado sólido en donde se implica reordenamientos internos dentro de la estructura del precursor sólido. [8]

Este método permite obtener óxidos metálicos mediante reacciones heterogéneas en medio acuoso por encima de los 100°C, empleando un sistema cerrado donde al calentar por encima del punto de ebullición se genera una presión superior a la atmosférica. Además en este tipo de método se emplea un gradiente de temperatura para el crecimiento de los cristales, en donde los productos de la reacción son transportados de un estado de mayor solubilidad a otro de menor, usualmente desde una región caliente a otro fría [8]

Para llevar a cabo este tipo de reacciones se emplea un líquido habitual como el agua, pero también se pueden usar otros medios líquidos como disolventes orgánicos. El método de hidrólisis se emplea para tener mejor disolución de los componentes dentro del sistema y lograr una mejor disolución, también se pueden emplear especies como carbonatos, hidróxidos, ácidos, oxidantes o reductores, entre otros los cuales potencializan la capacidad de disolución del agua en una u otra dirección [8]

3.6.6. METODO SOL GEL

Los procesos sol-gel proveen una metodología para dirigir y controlar la composición, homogeneidad, microestructura, tamaño de partícula, porosidad, área superficial y grado de dispersión de materiales cerámicos, vítreos y compuestos durante su síntesis a partir de precursores moleculares. El término "proceso sol-gel" se usa con el fin de describir la síntesis de una red polimérica inorgánica de óxidos metálicos a través de las reacciones químicas de hidrólisis (o hidroxilación) y condensación de precursores moleculares sintéticos; estas reacciones ocurren en solución y a baja temperatura. [12]

Dos tipos de precursores metálicos moleculares se emplean en la preparación de las dispersiones coloidales (soles), sales inorgánicas como nitratos y cloruros, y compuestos metal orgánicos, especialmente alcóxidos como isopropóxido, sec-butóxido y etóxido. Los solventes usados son agua (además de ser reactivo), alcoholes, y ocasionalmente benceno. Los alcóxidos son los precursores más versátiles para la síntesis sol-gel debido a su elevada reactividad con componentes nucleofílicos (como el agua). En la reacción de hidrólisis con el agua, los hidroxilos (OH) se unen al átomo metálico (M) desplazando, total o parcialmente, a los ligandos alcoxilo(OR) [9]

4. MARCO EXPERIMENTAL

4.1. MATERIALES

4.1.1. SINTETIZACION DE NANO PARTICULAS

- ✓ Matraz
- ✓ Vidrio reloj
- ✓ Vaso de Precipitación 250 ml ,100 ml
- ✓ Bureta
- ✓ Termómetro
- ✓ Probeta
- ✓ Mortero
- ✓ Placa Petri
- ✓ Gotero
- ✓ Jeringa
- ✓ Centrifugador

- ✓ Mufla
- ✓ Tubos de Ensayo y Gradilla

4.1.2. EXTRUSION DE FILAMENTOS

- ✓ Extrusora de filamentos
- ✓ Balanza
- ✓ Recipientes
- ✓ Tijeras
- ✓ Guantes

4.2. PROCEDIMIENTO PROCESAMIENTO DE SINTESIS DE NANO PARTICULAS DE ZnO

Se tomó como metodología la precipitación y la síntesis de baja temperatura, debido a la facilidad de procesabilidad y materiales que brinda esta metodología

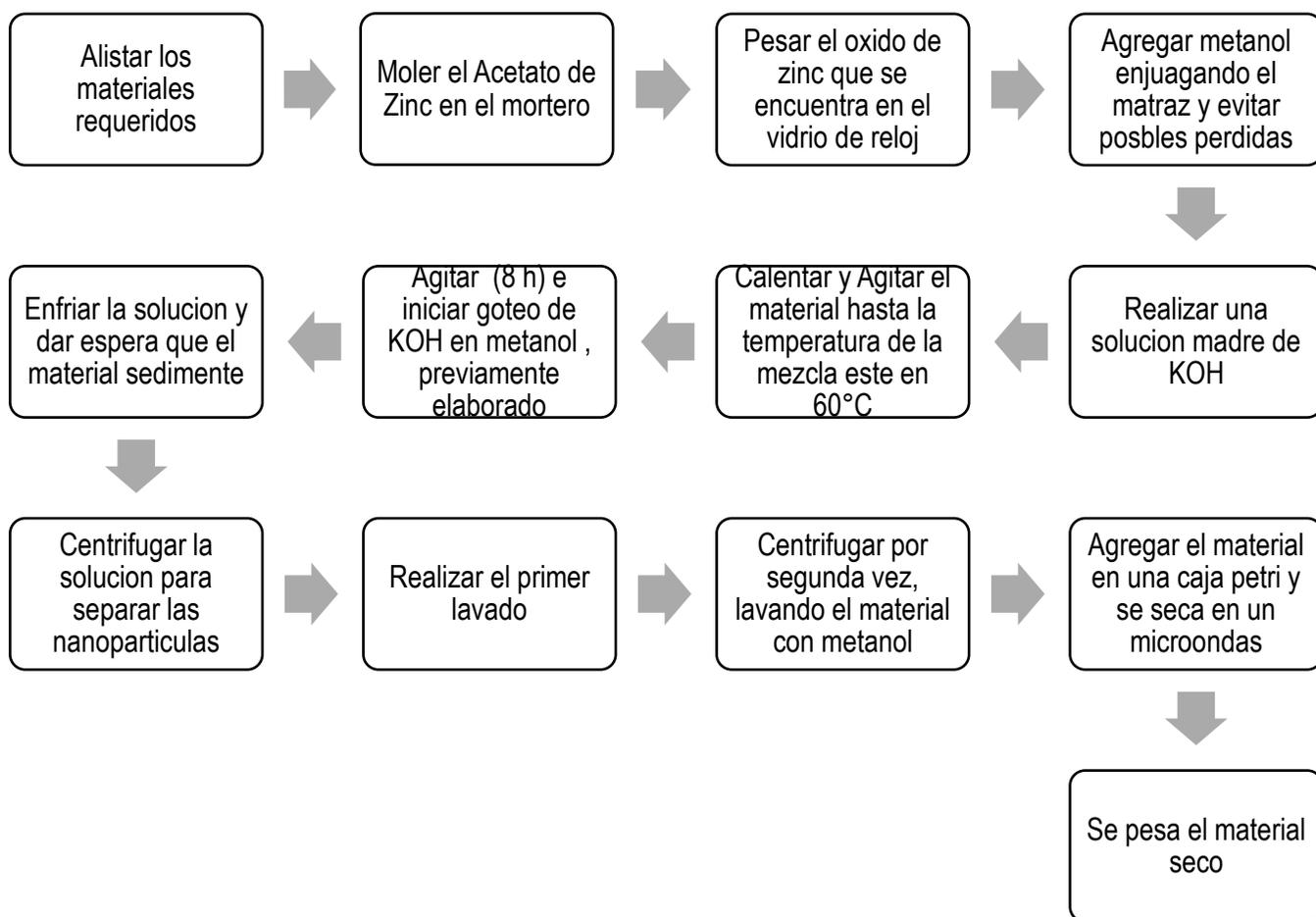


Ilustración 2. Procedimiento de Sintetización de nano partículas de Zn O por Proceso de Precipitación [3]

4.3. PROCEDIMIENTO EXTRUSION DE FILAMENTOS

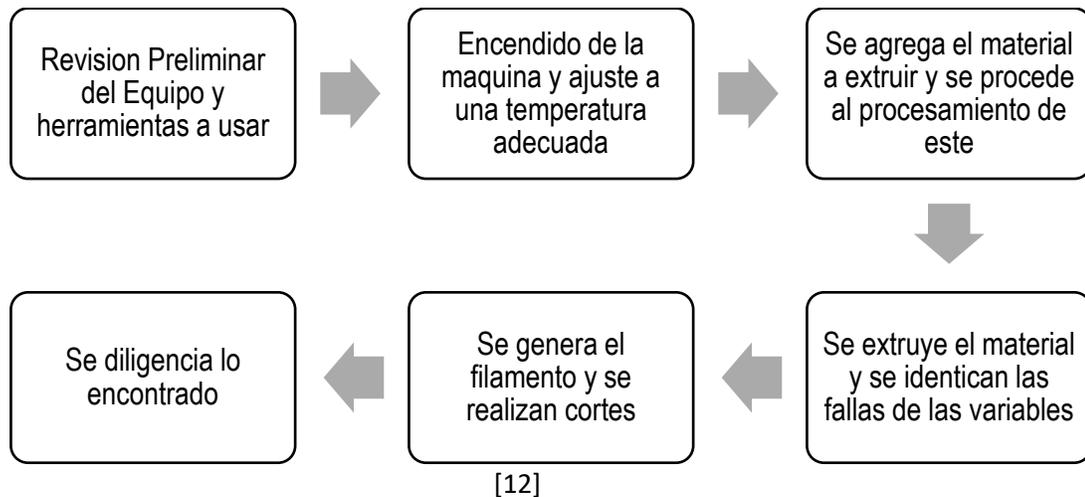


Ilustración 3. Procedimiento Extrusión de filamentos

4.4. PROCESAMIENTO EXTRUSIÓN DE NANO PARTÍCULAS DE ZINC CON ALMIDÓN TERMOPLÁSTICO USANDO EL PLASTIFICANTE ETILENGLICOL AL 29,5% Y ÁCIDO ESTEÁRICO AL 0.5%

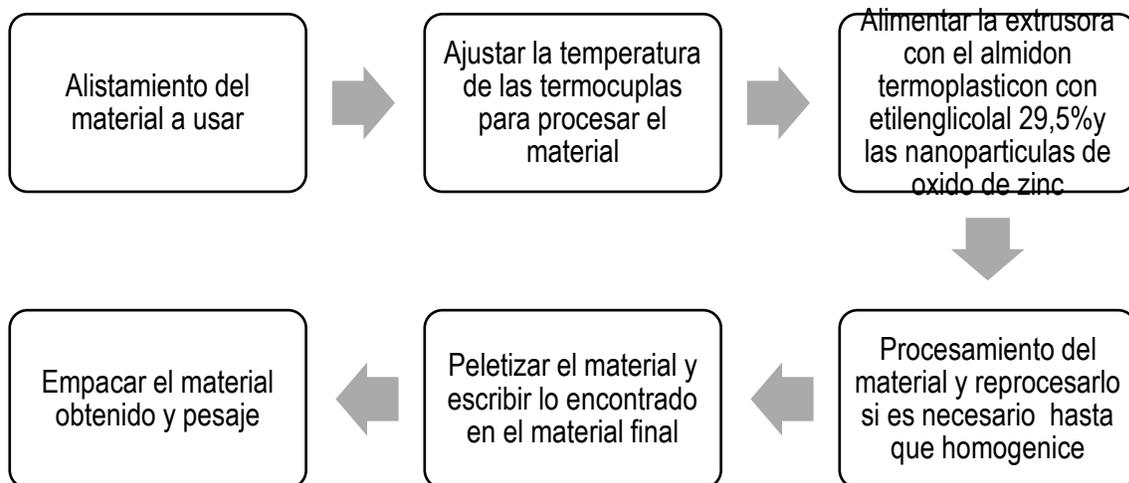


Ilustración 4. Procesamiento de Nano partículas y Almidón Termoplástico por proceso de extrusión [10]

5. DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE OBTENCION DEL MATERIAL COMPUESTO

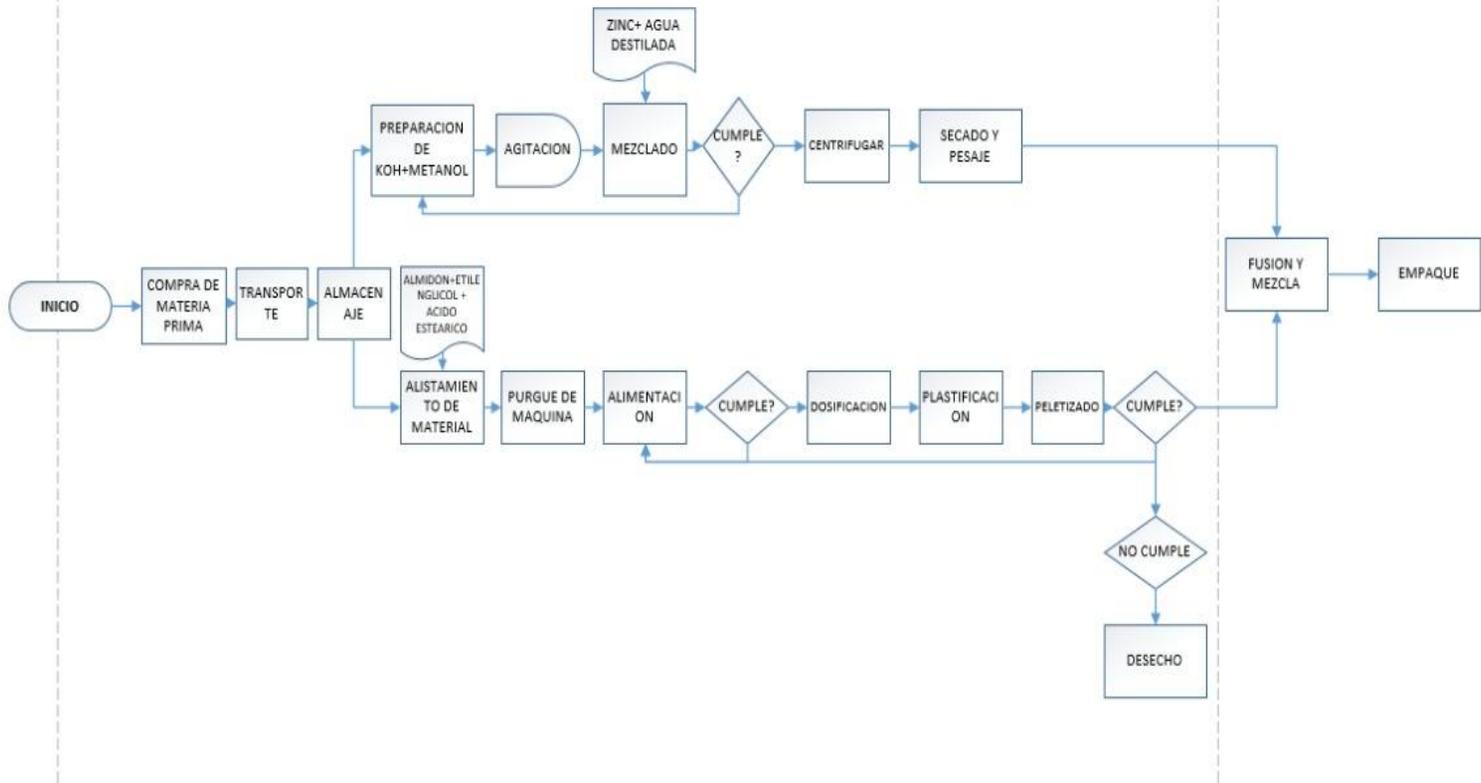
La gran variedad de productos que contienen nano materiales puede ser una indicación del elevado número de sectores industriales implicados y de las diferentes exposiciones a nano materiales que se podrán dar durante la fabricación de dichos productos. A continuación se presentara la modelación del proceso productivo para la fabricación de nano compuestos de Almidón de yuca con ZnO.

En cada actividad en el proceso productivo se dio uso de listas de chequeo e inspección con la finalidad de verificar que los procesos cumplan con los parámetros de calidad, también se cuenta con el personal idóneo que inspecciona los diversos procesos y posibles falencias que pueden contar las actividades de cada proceso.

Posterior a ello se realizan gráficos de control donde se registran las observaciones brindadas por los registros o falas evidenciadas en las cuales se pueden observar los valores sucesivos y de esto identificar posibles soluciones y costes de estos controles. Se cuenta con un presupuesto establecido para control y minimizar las posibles fallas que pueden presentarse en la producción o comercialización del material.

Se implementó el diagrama de causa y efecto identificando lo que se requiere para la producción y calidad idónea manteniendo un cumplimiento con los estándares de calidad y medio ambiente ya que se desea obtener un beneficio económico pero que no presente daños al medio ambiente o salud humana.

Finalmente se retroalimenta al personal y a la dirección las no conformidades evidenciadas y las soluciones a implementar para evitar o minimizar la fallas que pueden presentarse en el proceso.



5.1. CONTROLES DE CALIDAD EN LA OBTENCION DE NANO COMPUESTOS

Detectar fallas durante la operación permite mejorar la calidad de los procesos de transformación, optimizar el uso de la materia prima y reducir el número de artículos terminados defectuosos. Para llegar a este grado de control, es necesario conocer las propiedades que requiere el diseño de un producto y los métodos estandarizados mediante los cuales se deben llevar a cabo las pruebas requeridas y controles estadísticos para minimizar o evitar pérdidas del producto y maximizar las ganancias y eficiencia del proceso.

A continuación se visualizara la matriz de Entradas y Salida implementando la metodología de las 5M y los parámetros de calidad evaluados e implementados en cada actividad del proceso.

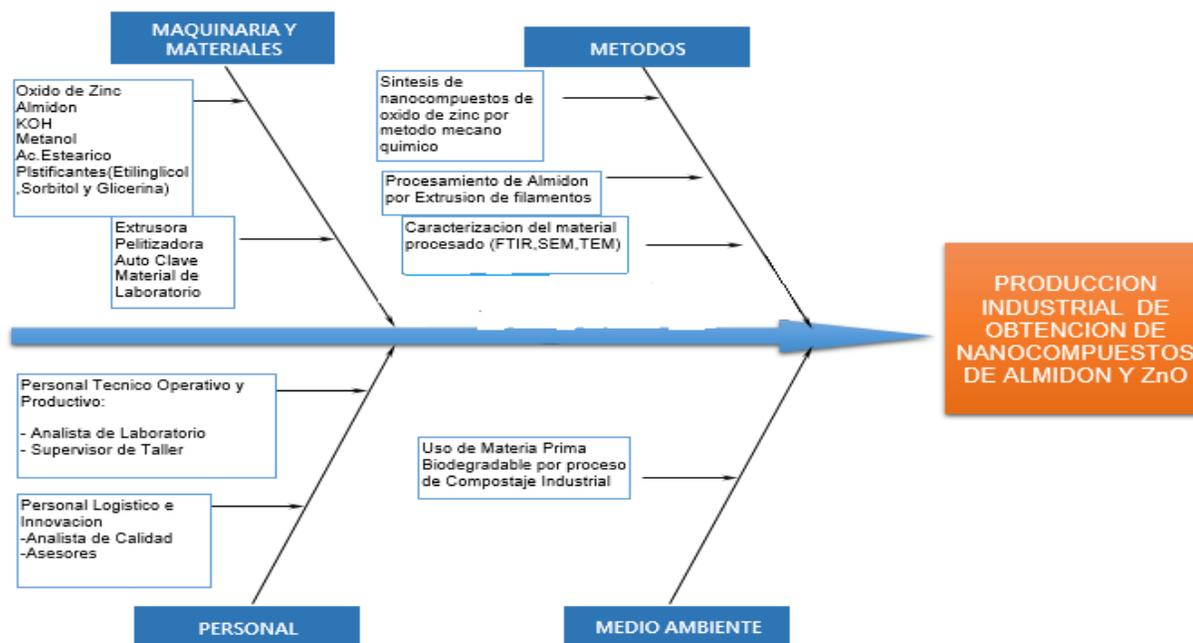


Ilustración 5. Diagrama de Ishikawa usando la metodología de las 5M

PARAMETROS DE CALIDAD					
N°	NOMBRE	DESCRIPCION	PERSONAL A CARGO	PARAMETROS DE CALIDAD A EVALUAR	ENTREGABLES
1	COMPRA DE MATERIA PRIMA	Compra de materias primas requeridas para el proceso de síntesis de nano partículas y la extrusión del almidón termoplástico	ANALISTA DE CALIDAD	Proveedor nacional o extranjero Estado del material a la venta Certificaciones del material y empresa proveedora Cotizaciones	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lista de Chequeo ➤ Factura ➤ Fichas Técnicas
2	TRANSPORTE	Transporte del material desde la bodega origen hasta los almacenes de la empresa	PROVEEDOR	la empresa cumpla con políticas de seguridad vial documentos al día pólizas de seguro y que el vehículo cuente con la capacidad necesaria para el transporte de material	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lista de Chequeo ➤ Fichas de Seguridad y manejo de sustancias Certificado de habilitación como empresa de transporte
3	ALMACENAJE	Se almacena el material acorde a la premisa y cantidad del material requerido cumpliendo con los estándares de calidad requeridos	ANALISTA DE CALIDAD	Sitios adecuados para el producto (no tenga humedad, el material no este expuesto al sol, libre de malos olores) cámaras de seguridad activas disponibilidad del producto utilizar material preferiblemente de vidrio o acrílico para evitar que el material se pegue	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Planilla donde se evidencie la cantidad de material disponible y en reserva ➤ Cámaras de seguridad activas
FASE DE SINTETIZACION DE NANO PARTICULAS					
N°	NOMBRE	DESCRIPCION	PERSONAL A CARGO	PARAMETROS DE CALIDAD A EVALUAR	ENTREGABLES
4	PREPARACION DEL KOH+METANOL	Se agrega metanol a un matraz, posterior a ello lo mezclamos con el KOH y agua destilada	ANALISTA DE LABORATORIO	Verificar que el goteo sea constante y que las concentración de metanol sea de 46 ml, verificar que la agitación máximo de 8 horas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tablas de datos donde se evidencie la firma del analista como constancia de que se realizó con las

					medidas y el resultado obtenido durante el ensayo
5	AGITACION	El matraz con el material se agita hasta la disolución (8h) a 230°C hasta alcanzar 60°C en el matraz luego se baja la temperatura de la plancha hasta 130°C		Verificar que el matraz se encuentre totalmente limpio, estar en observación tiempo completo para que la temperatura no se eleve a la requerida	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lista de chequeo ➤ Tabla de datos donde se encuentre evidenciado cada 30 min la temperatura
6	MEZCLADO	Iniciar goteo de la solución de KOH en metanol, previamente preparado		Verificar que las concentraciones de metanol sea las acordadas Mezcla homogénea Tiempo de mezclado no mayor a 15 min	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lista de chequeo ➤ Tabla con pesos
7	CENTRIFUGADO	La solución se centrifuga para separar el polvo de nano partículas de ZnO		Calibrar la centrifugadora a 300rpms, uso de elementos resistentes para la centrifugación	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lista de chequeo
8	SECADO Y PESAJE	Se agrega el material en una caja Petri y se seca en un microondas. Se pesa el material ya seco		Verificar que la caja petry se encuentre totalmente seca y limpia Verificar que el tamaño del microondas sea apto para las nano partículas Colocar una temperatura de 60°C	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tabla con los pesos ➤ Lista de chequeo

FASE DE EXTRUSION Y FUSION

N°	NOMBRE	DESCRIPCION	PERSONAL A CARGO	PARAMETROS DE CALIDAD A EVALUAR	ENTREGABLES
9	ALISTAMIENTO DE MATERIAL	Alistamiento del material a usar Ajustar la temperatura de las termocuplas para procesar el material	SUPERVISOR DE TALLER	Verificar que los instrumentos se encuentren limpios Verificar tabla de temperaturas dependiendo el material	Lista de chequeo Tabla con temperaturas de la maquina teniendo en cuenta el material

10	PURGA DE MAQUINA	Se purga la maquina con polipropileno, para evitar posibles degradaciones del material y limpiar la máquina de otro polímero presente.		Verificar que el material con que se va a realizar la purga sea pp Usar 100gramos de polipropileno Realizar varias extrusiones para validar que la máquina ya no contenga otro tipo de material	Lista de chequeo Tabla con peso del material Tabla con descripción del comportamiento de la purga
11	ALIMENTACION	Se agrega el material a extruir y se procede al procesamiento del material		Pesar el material que se va a extruir Pesar el material obtenido posterior a la extrusión	Tabla con pesos y descripción del material obtenido
12	DOSIFICACION	Procesamiento del material y reprocesarlo si es necesario hasta que homogenice		Verificar que cuando se obtiene el material este no tenga burbujas Reprocesar el material hasta que este no presente burbujas	Tabla con pesos y descripción del material obtenido
13	PELETIZADO	Peletizar el material y escribir lo encontrado en el material final		Observar que el corte sea pequeño tipo pellet	Tabla de pesos
FASE DE FUSION Y EMPAQUE					
N°	NOMBRE	DESCRIPCION	PERSONAL A CARGO	PARAMETROS DE CALIDAD A EVALUAR	ENTREGABLES
14	FUSION Y MEZCLADO	Procesamiento del material reprocesarlo si es necesario hasta que homogenice e identificar posibles cambios en el procesamiento y de los filamentos finales.	ANALISTA DE LABORATORIO	Observar que la Mezcla sea homogénea Identificar que una vez inyectado no presente burbujas de no serlo volver a inyectar	Tabla de pesos, descripción del comportamiento del material
15	EMPAQUE DEL MATERIAL FINAL	Empacar el material obtenido y pesaje	SUPERVISOR TALLER	Controlar que en el empaquetado no exista perdida de material no se	Tabla de pesos

				caiga	
--	--	--	--	-------	--

5.2. COSTOS REQUERIDOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROCESO PRODUCTIVO

Se realizó la identificación y valoración de los materiales y mano de obra requeridos para la obtención de los nanocompuestos y se dio una percepción del valor por producto y se toma este valor como base para suponer un valor de venta por kilogramo del producto.

COSTO MATERIAL			
MATERIAL	COSTO UNITARIO	PRODUCTO REQUERIDO	TOTAL
OXIDO DE ZINC	120.000	1.931	231.759.600
METANOL	130.000	14	1.820.000
KOH	120.000	14	1.680.000
ALMIDON DE YUCA	4.000	1.931	7.724.000
ETILENGLICOL	32.000	75	2.408.640
ACIDO ESTEARICO	150.000	0,54	81.000
VALOR SUBTOTAL			245.473.240

COSTO EQUIPOS			
EQUIPO	COSTO UNITARIO	PRODUCTO REQUERIDO	TOTAL
EXTRUSORA DOBLE HUSILLO	50.000.000	1	50.000.000
REACTOR CON 3 TANQUES	100.000.000	1	100.000.000
VALOR SUBTOTAL			150.000.000

COSTO MANO DE OBRA			
PERSONAL	COSTO UNITARIO	PERSONAL REQUERIDO	TOTAL
ANALISTA DE CALIDAD	900.000	1	900.000
ANALISTA DE LABORATORIO	1.200.000	2	2.400.000
INSPECTOR DE TALLER	1.200.000	2	2.400.000
VALOR SUBTOTAL			5.700.000
VALOR TOTAL			401.173.240

PRECIO DE VENTA	
TOTAL COSTOS	401.173.240
MATERIAL A PRODUCIR (Kg)	1.000
PUNTO DE EQUILIBRIO	401.173
RENDIMIENTO (1,4)	561.643

6. METODOLOGIA

Se tomó como base el artículo complementary Process nanoparticles, el cual se asemeja a los instrumentos que se encuentran en laboratorio de la universidad Ecci sede P.

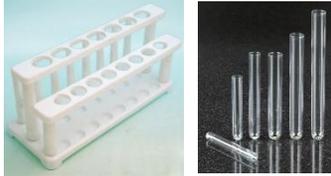
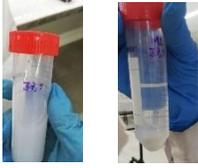
Para el desarrollo experimental se dividió el proceso en dos partes:

1. Obtención de nanopartículas en el laboratorio sede p universidad Ecci
2. Procesamiento y obtención de almidón termoplástico en el taller de plásticos sede m universidad ecci

6.1 Materiales

EQUIPO, HERRAMIENTA MATERIAL Y REACTIVOS	IMAGEN ILUSTRATIVA
Extrusora	 A photograph of an extruder machine, showing a white extrusion die and various cables and components on a blue surface.
Centrifugadora	 A photograph of a centrifuge rotor with several small, dark, circular samples arranged in a circular pattern.
Horno de convección o mufla	 A photograph of a white convection oven with its door open, showing the interior shelves and a yellow pencil placed in front for scale.
Planchas calefactoras	 A photograph of a brown glass bottle sitting on a white heating plate with a control panel and knobs.

<p>Gramera digital</p>	
<p>Balón de destilación 3 cuellos</p>	
<p>Mortero</p>	
<p>Vidrio de reloj</p>	
<p>Termómetro</p>	
<p>Espátula</p>	
<p>Agitador de vidrio</p>	
<p>Vasos de precipitado</p>	

Fibra de vidrio	
Recipientes plásticos	
Gotero	
Tubos de ensayo y gradilla	
Tubos de centrifuga	
Probeta	
Tijeras	
Condensador	

Bacula digital	
Metanol	
Hidróxido de potasio	
Acetato de zinc	
Agua destilada	
Bureta	
Placa Petri	
Jeringa	

Guantes de carnaza



6.1.1 Procedimiento

Inicialmente se realizó la preparación de KOH + METANOL, para la dosificación, se toma un beaker completamente limpio y se agrega 46 ml de metanol. Posteriormente se agregan 8 lentejas de KOH. Esta mezcla se deja en agitación durante 8 horas, mientras la agitación se realiza la mezcla número 2 de Acetato de zinc + metanol + agua destilada, se agrega 1.8 gramos de acetato de Zinc molido, 84 ml de etanol y 2 ml de agua al balón de destilación de 3 cuellos, una vez preparada la mezcla se coloca en la plancha hasta obtener una temperatura de 60°C, el balón de 3 cuellos es envuelto en fibra de vidrio con el fin de conservar el calor se coloca un termómetro para vigilar la temperatura ya que esta no debe ser ni superior ni inferior a la temperatura anteriormente especificada.



Después de las 8 horas de agitación de la mezcla para dosificación se coloca al matraz en un tiempo de 30 minutos, una vez terminada la dosificación se coloca en un vaso precipitado, hasta que se pueda denotar 2 fases de la mezcla las nano partículas en el fondo y la solución en la parte superior



Se deja un día en análisis, luego con ayuda de una jeringa y de manera muy cuidadosa se retira el líquido sin mover las nano partículas, una vez sacado los retantes del vaso precipitado se procede a lavar con agua y metanol y es cambiado a u tubo de centrifugado, se procede a centrifugar de 20 a 30 min a 300 rpms. Una vez centrifugado se coloca en un vaso de reloj marcado y se coloca en el horno para su correcto secado

Una vez obtenidas las nanoparticulas se transportan al taller con sumo cuidado evitando pérdidas o que este se adhiera al recipiente con el cual se transporta.

En el taller se procede a purgar la maquina con polipropileno se realiza varias veces el proceso de extrusión con el fin de eliminar todos los residuos del material con cual se trabajó la maquina extrusora



Cuando se purga la maquina se colocan las temperaturas como se indica en la imagen



Zona uno 90, zona 2 80 y zona 3 120

Se prepara la mezcla de 0,5 etilenglicol (13.68gr)+ almidon70% (9.12gr+29%)+29% (9.2gramos) de glicerina, la cual solo salió con burbujas en la primera extrusión se obtienen 810gramos, posteriormente con la ayuda de una mezcladora se agregan las nanoparticulas se mezclan y se colocan para extrudir obteniendo con solo 2 extrusiones y 10.1 gramos de nanoparticulas 931.22gramos es decir 97.45% de la mezcla

7. RESULTADOS

Se realizó procesamiento del almidón con los plastificantes y síntesis del acetato de zinc, posterior a ello se procesó el almidón con los plastificantes y las nano partículas, finalmente se caracterizó el material obtenido en laboratorio estas actividades se realizaron en el taller de plásticos y en el laboratorio de química los cuales arrojaron los siguientes resultados.

7.1. RESULTADOS EN TALLER DE PLASTICOS

Tabla de resultados perfil de temperatura de Extrusión de Almidón y los diversos plastificantes con concentraciones requeridas de ácido esteárico

Tabla 1. Resultados Temperaturas de procesamiento de Almidón + Glicerina 29,5%

EXTRUSION	N° DE EXTRUSION	TEMPERATURA °C				VELOCIDAD (HZ)
		Z1	Z2	Z3	Z4	
ALMIDON +GLICERINA 29,5% +ACIDO ESTERICO AL 0,5%	1	80	102	102	102	20
	2	80	102	102	102	20
	3	80	104	103	102	20
	4	80	104	103	102	20

Tabla 2. Resultados Temperaturas de procesamiento de Almidón + Sorbitol al 29%

EXTRUSION	N° DE EXTRUSION	TEMPERATURA °C				VELOCIDAD (HZ)
		Z1	Z2	Z3	Z4	
ALMIDON +SORBITOL 29% +ACIDO ESTERICO AL 1%	1	88	104	103	102	10
	2	88	104	102	102	15
	3	86	104	103	102	20
	4	86	99	102	102	20

Tabla 3. Resultados Temperaturas de procesamiento de Almidón + Glicerina al 29%

EXTRUSION	N° DE EXTRUSION	TEMPERATURA °C				VELOCIDAD (HZ)
		Z1	Z2	Z3	Z4	
ALMIDON	1	80	102	102	102	20

+GLICERINA 29% +ACIDO ESTERICO AL 1%	2	80	102	102	102	20
	3	80	102	102	102	20

Tabla 4. Resultados Temperaturas de procesamiento de Almidón + Glicerina al 28,5%

EXTRUSION	N° DE EXTRUSION	TEMPERATURA °C				VELOCIDAD (HZ)
		Z1	Z2	Z3	Z4	
ALMIDON +GLICERINA 28,5% +ACIDO ESTERICO AL 1,5%	1	87	103	102	102	15
	2	87	103	102	102	20
	3	87	103	102	102	20

Tabla 5. Resultados Temperaturas de procesamiento de Almidón + Glicerina al 28%

EXTRUSION	N° DE EXTRUSION	TEMPERATURA °C				VELOCIDAD (HZ)
		Z1	Z2	Z3	Z4	
ALMIDON +GLICERINA 28% +ACIDO ESTERICO AL 2%	1	87	103	102	102	10
	2	87	103	102	103	20

Tabla 6. Resultados Temperaturas de procesamiento de Almidón + Etilenglicol al 29%

EXTRUSION	N° DE EXTRUSION	TEMPERATURA °C				VELOCIDAD (HZ)
		Z1	Z2	Z3	Z4	
ALMIDON +ETILENGLICOL 29% + ACIDO ESTERICO AL 1%	1	88	102	102	102	15
	2	87	103	102	103	20

Tabla pesos de Producto final obtenidos según su concentración y tipo de plastificante empleado

Tabla 7. Pesos de Producto final obtenidos según su concentración y tipo de plastificante empleado

EXTRUSION	PESO (g)	EXTRUSIONES REQUERIDAS PARA HOMOGENIZAR EL MATERIAL
ALMIDON+GLICERINA + AC.ESTEARICO AL 0,5%	810	2
ALMIDON+GLICERINA + AC.ESTEARICO AL 1%	910	3
ALMIDON+GLICERINA + AC.ESTEARICO AL 1,5%	870	2
ALMIDON+SORBITOL+ AC.ESTEARICO AL 1%	860	4

ALMIDON+ETILENGLICOL + AC.ESTEARICO AL 0,5%	905	2
ALMIDON+ETILENGLICOL + AC.ESTEARICO AL 1%	815	2

7.2. RESULTADOS LABORATORIO DE QUIMICA

Se realizó el pesaje de las cajas Petri vacías y posterior a ello se compararon con las cajas Petri con las nano partículas ya secas

Tabla 8. Resultados de Pesaje Cajas Petri con material nano compuesto de Óxido de Zinc

RESULTADO DE PESOS CAJAS PETRI			
N° CAJA PETRI	PESO CAJA PETRI	PESO CAJA PETRI+ MATERIAL	DIFERENCIA (MATERIAL OBTENIDO)
1		52,4450	
2	50,836	51,2591	0,4231
3	53,0777	53,5621	0,4844
4	49,092	49,4597	0,3677
5	47,5645	48,0394	0,4749
6	60,8713	61,3465	0,4752
7	50,0841	50,6648	0,5807
8	54,8396	55,3259	0,4863
9	50,8515	51,3424	0,4909
10	55,11	55,6047	0,4947
11	47,7516	48,3753	0,6237
12	50,7804	51,3352	0,5548
13	46,9536	47,6491	0,6955
14	48,724	48,9459	0,2219
15	51,2678	52,3195	1,0517
16	50,5844	51,2951	0,7107
17	49,1868	49,784	0,5972
18	50,0747	50,6295	0,5548
19	51,1357	51,5491	0,4134
20	50,403	51,0048	0,6018

8. ANALISIS DE RESULTADOS

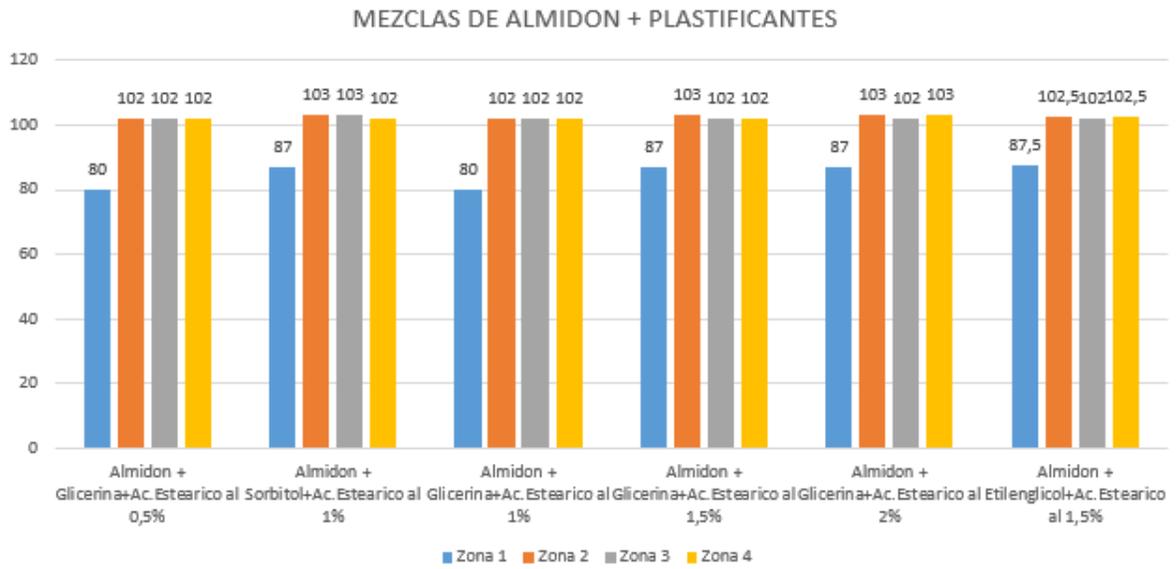


Ilustración 6. Análisis de Temperatura procesamiento de Almidón+ Plastificantes

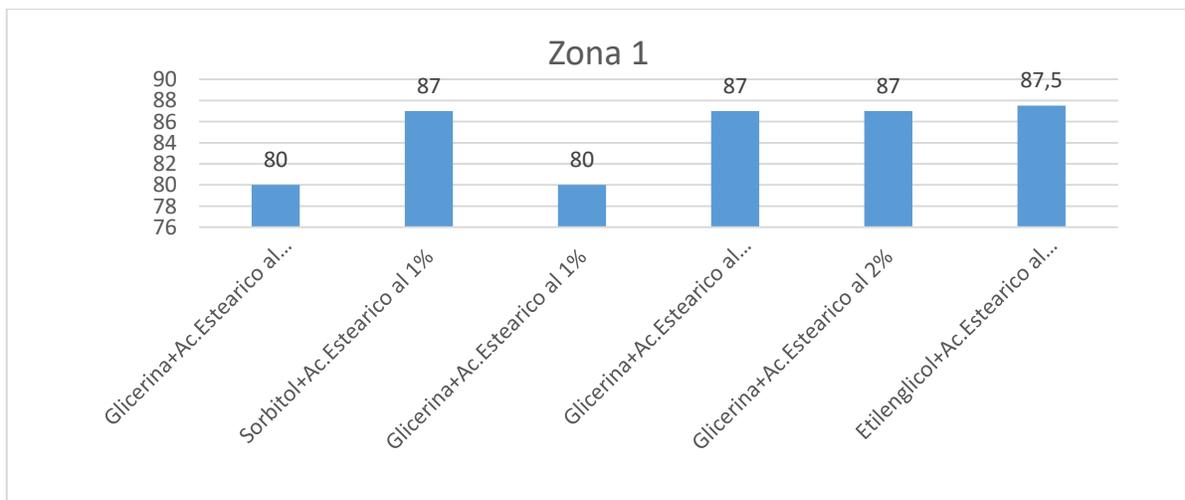


Ilustración 7. Análisis Temperatura Zona 1

Al realizar la extrusión del producto se identificó que los plastificantes que requieren mayor temperatura de procesamiento en la zona 1 son etilenglicol al 1 % de Ac.Estearico con un promedio de temperatura del 87,5°C y menor temperatura de procesamiento son Glicerina al 0,5% de Ac.Estearico y Glicerina al 1% de Ac.Estearico con una temperatura de 80°C.

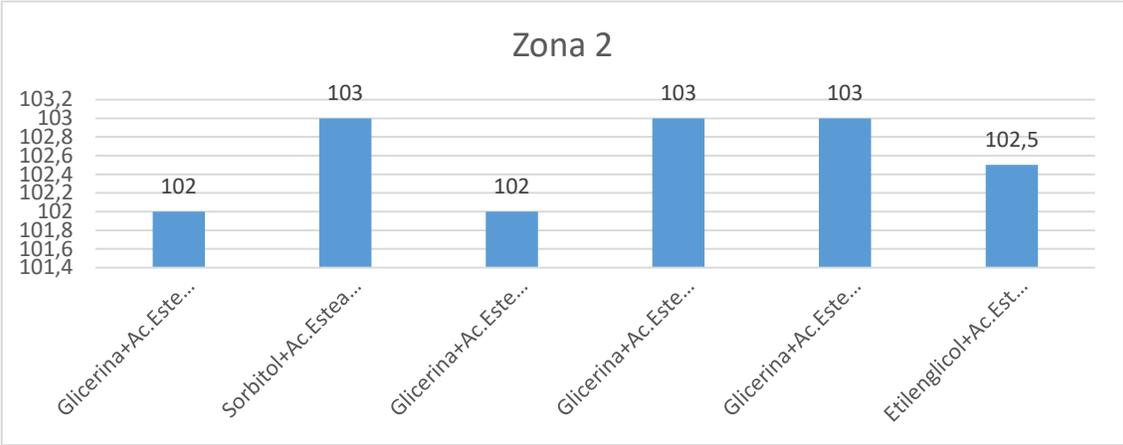


Ilustración 8. Análisis Temperatura Zona 2

Al realizar la extrusión del producto se identificó que los plastificantes que requieren mayor temperatura de procesamiento en la zona 2 son sorbitol al 1 % de Ac.Estearico, Glicerina con un 1,5% de Ac. Esteárico y Glicerina con 2% de Ac. Esteárico con un promedio de temperatura de 103 °C y menor temperatura de procesamiento es Glicerina al 0,5% de Ac.Estearico y Glicerina al 1% de Ac.Estearico con una temperatura promedio de 102°C.

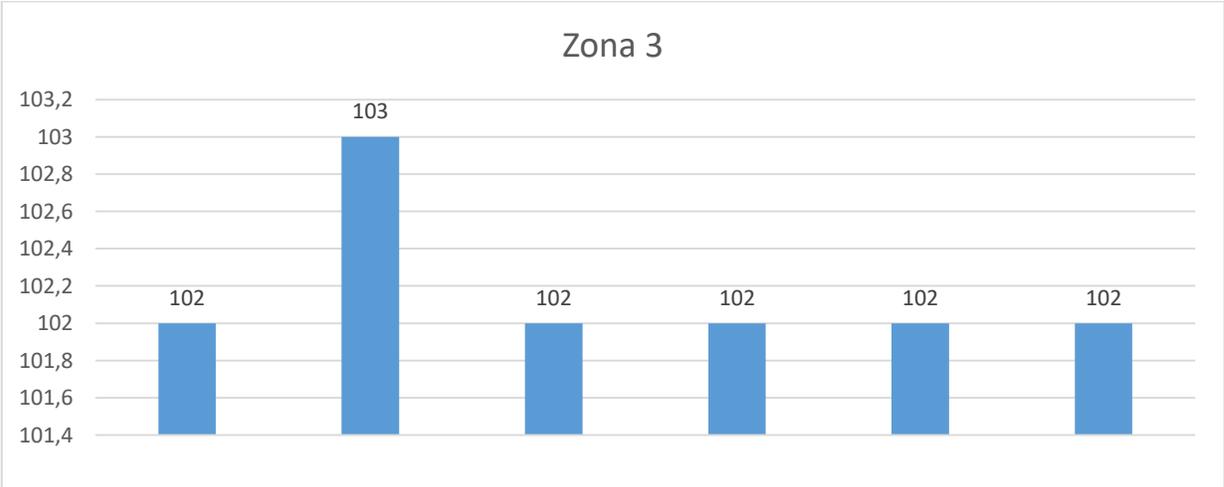


Ilustración 9. Análisis Temperatura Zona 3

Al realizar la extrusión del producto se identificó que los plastificantes que requieren mayor temperatura de procesamiento en la zona 3 es sorbitol al 1 % de Ac. Esteárico con un promedio de temperatura de 103 °C y las demás plastificantes tomaron una temperatura de 102°C

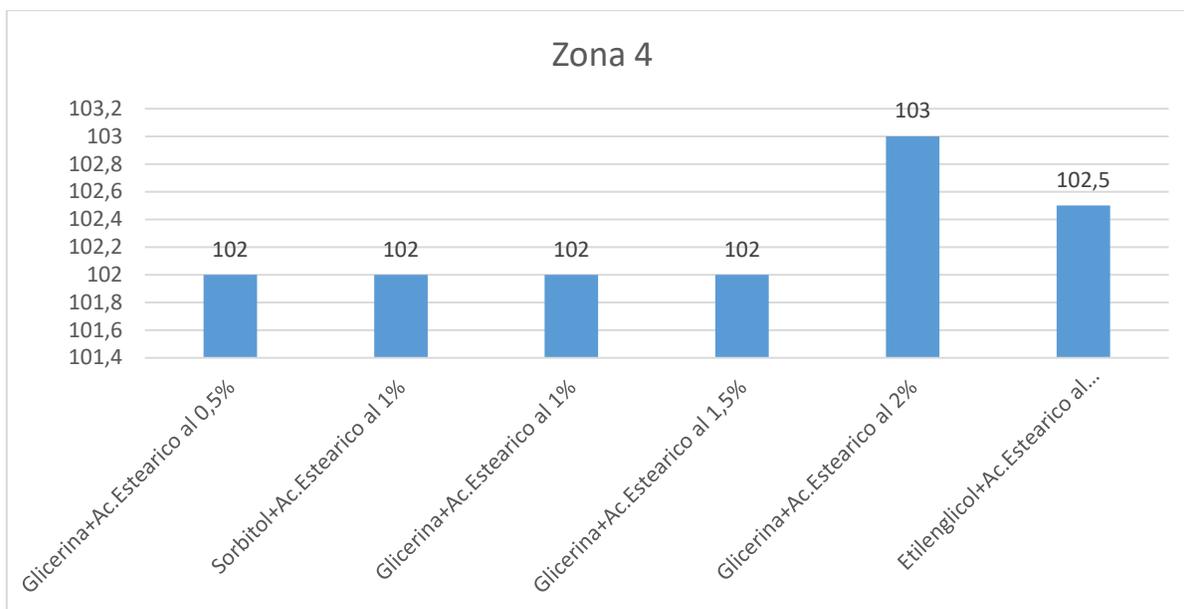


Ilustración 10. Análisis Temperatura Zona 4

Al realizar la extrusión del producto se identificó que los plastificantes que requieren mayor temperatura de procesamiento en la zona 4 es Glicerina al 2 % de Ac. Esteárico con un promedio de temperatura de 103 °C y menor temperatura de procesamiento es Glicerina al 0,5% de Ac. Esteárico C y las demás plastificantes tomaron una temperatura de 102°C

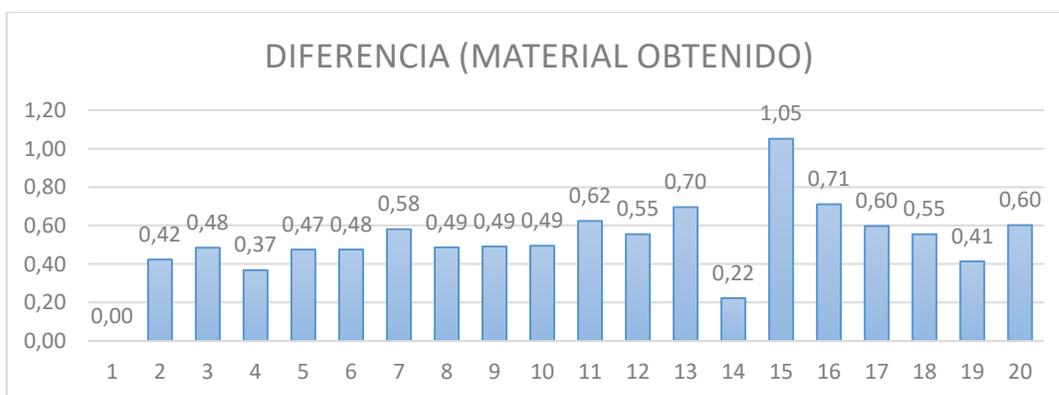


Ilustración 11. Análisis de Pesos obtenidos en las cajas Petri

8.1. Análisis Diferencia Material Obtenido

Se obtuvieron 10,3036 gramos de Zinc realizando la sintetización en el laboratorio de química y posteriormente su secado en la mufla

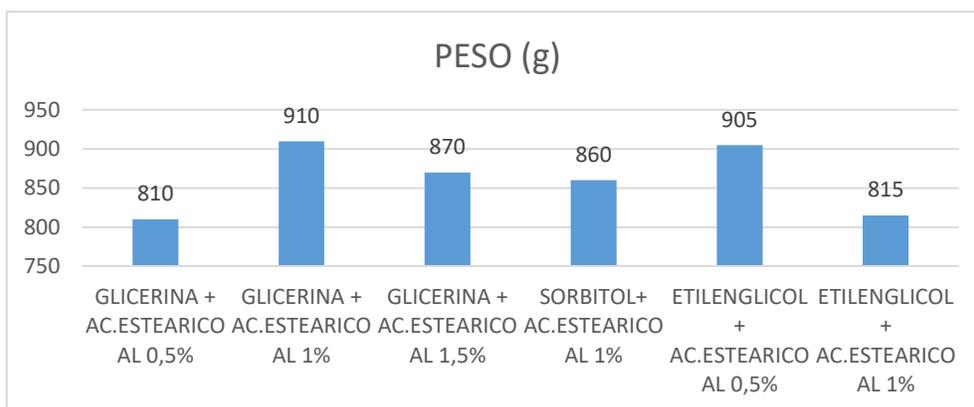


Ilustración 12. Analisis pesos finales mezclas de Almidón termoplástico con los plastificantes evaluados

8.2. Análisis Pesos de Mezclas de Almidón Termoplástico y diversos Plastificantes

Se realizó el proceso de extrusión y homogenización de mezclas almidón+ plastificante y se logró identificar las mezclas que mayor material produjera que en este caso fue la mezcla Glicerina+ Almidón y Ac. Esteárico al 1% con un peso de 910 g y la de menor producción de material fue la mezcla Glicerina+ Almidón y Ac. Esteárico al 0,5% con un peso de 810 g

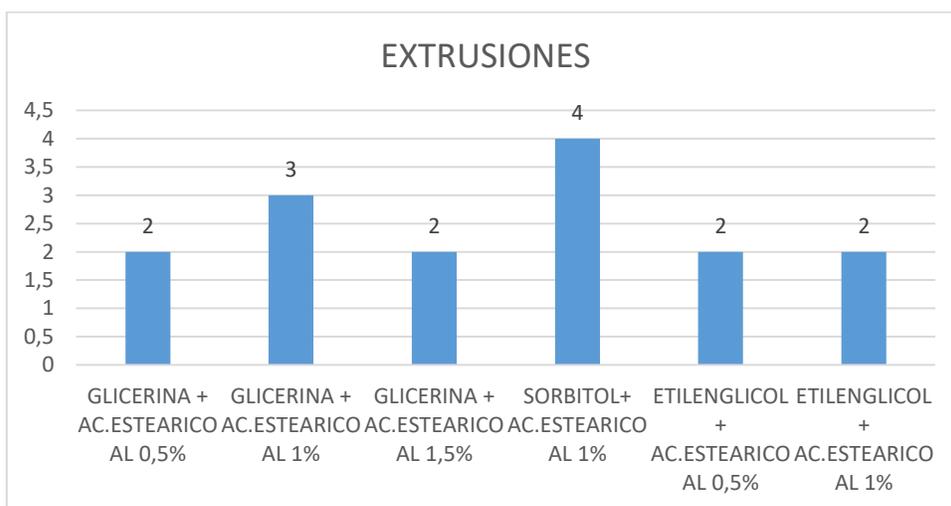


Ilustración 13. Análisis cantidad de extrusiones requeridas para la homogenización del material

8.3. Análisis Cantidad de Extrusiones de las Mezclas Almidón Termoplástico y los diferentes plastificantes implementados

Se realizó el proceso de extrusión y homogenización del material termoplástico más los plastificantes deseados y un ayudante de proceso que fue el Ácido Esteárico en el taller de plásticos obtenido un favorable resultado ya que la mayoría de mezclas se lograron procesar y la cantidad de extrusiones no fueron altas y no tomaron mayor tiempo que una hora .

Como se evidencia en la gráfica las de mejor procesabilidad fueron las mezclas Almidón +Etilenglicol con 2 extrusiones ,seguidas por las mezclas de Almidón Glicerina con un promedio de 2,5 extrusiones y finalmente la mezcla Almidón+ Sorbitol con 4 extrusiones, se realizó estas cantidades de extrusiones con la finalidad de obtener un material sin burbujas(Aire o fisuras),que no estuviese degradado debido a las temperaturas o el tiempo que toma el proceso de extrusión y que no tuviera humedad en los filamentos.

9. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

En el proceso de extrusión de las mezclas almidón y plastificantes se dieron las siguientes observaciones:

- Al usar Sorbitol líquido y Acido Esteárico al 0,5% el material se comporta de una manera no procesable donde el material no se procesa de manera continua, se empieza a degradar y no reduce la humedad, por lo cual no se logró obtener el producto final.
- Las mezclas de Glicerina y Almidón tornaron un color marrón claro, la mezcla Etilenglicol y Almidón torno un color blanco.
- Se purgo la extrusora con Polipropileno para evitar que del material con almidón se degradara en la extrusora y generara fallas en las demás mezclas

En el proceso de Síntesis de Óxido de Zinc se dieron las siguientes observaciones:

- Las nano partículas de óxido de zinc no sedimentaban rápidamente y se tomó la decisión de centrifugar el material para recolectar el metanol líquido y posterior a ello secar el material en autoclave.
- Para que el material se homogenizara de buena manera se dejó de 12 a 24 horas en agitación en frío para que fuese más fácil la procesabilidad

10. CONCLUSIONES

Se obtuvo 10,32 gramos de nano partículas de Óxido de Zinc mediante la metodología de precipitación en el laboratorio de química la cual fue procesada con el almidón de yuca termoplástico que contenía como plastificante etilenglicol al 29,5% y ácido esteárico al 0,5%

Se procesó el almidón termoplástico con el plastificante etilenglicol al 29,5% y se obtuvo 905 gramos de material resultante de una homogenización y reducción de humedad requiriendo solo 2 extrusiones

Se obtuvo 931,22 gramos de material almidón termoplástico con nano partículas de óxido de zinc, tomó un color blanco con marrón claro, se homogenizó y se redujo el porcentaje de humedad requiriendo 2 extrusiones.

Se diseñó el proceso de obtención de nano compuestos a escala industrial dando uso de un reactor de 3 tanques para la síntesis del ZnO y una extrusora doble husillo para la producción de Almidón termoplástico con el plastificante Etilenglicol y la fusión de las nano partículas en este material.

Finalmente se proponen los parámetros de calidad y personal responsable requeridos para el proceso productivo de la obtención del nano compuesto a escala industrial.

11. REFERENCIAS

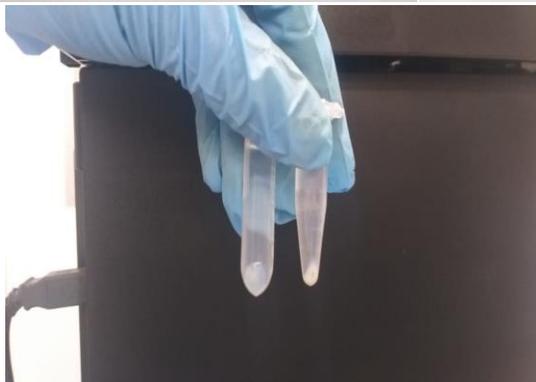
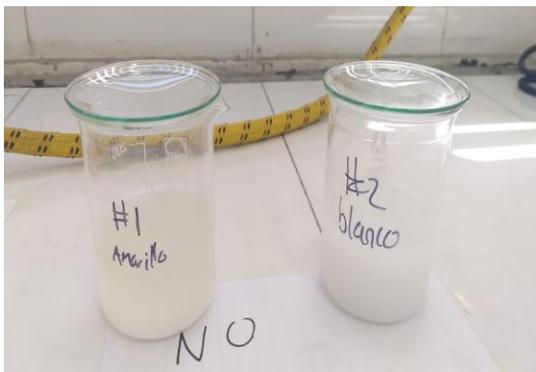
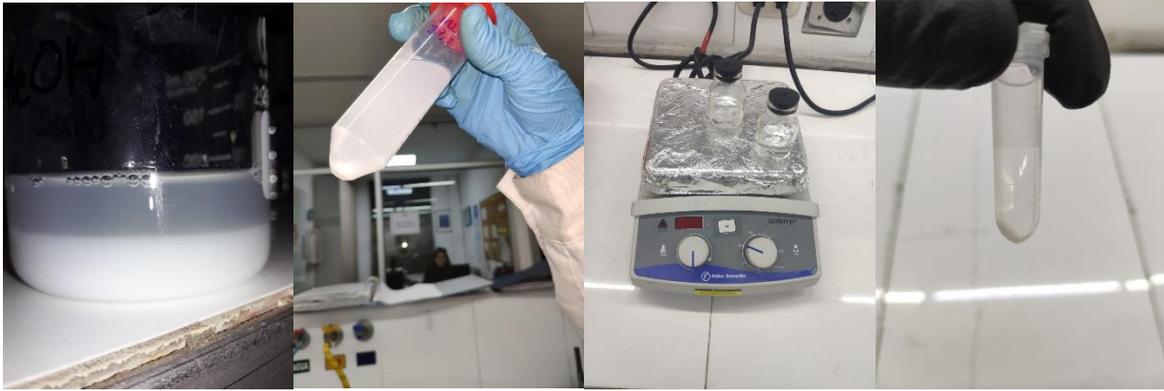
- [1] Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, «NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA I,» *mi+d*, vol. 3, nº 34, p. 2, 2006.
- [2] F. E. p. I. C. y. I. T. la.
- [3] V. H. M. R. B. S. Claudia Patricia Betancur Henao, «Nanopartículas para materiales antibacterianos y aplicaciones del dióxido de titanio,» *Revista Cubana de Investigacion Biomedica*, vol. 35, nº 4, p. 2, 2016.
- [4] M. y. A. Marcilla, «Tipos de Plásticos, Aditivos y Mezclado,» Tecnología de Polímeros, Bogotá, 2005.
- [5] Lastivida, «Plásticos Biodegradables, ¿qué son?,» Centro de Información Técnica, Argentina, 2009.
- [6] C. Serrano, «Un vistazo a los nanocompuestos,» Tecnología de Plásticos, Brasil, 2004.
- [7] AIMPLAST, «“State of the Art Report, 3 Advance Materiales,» AIMPLAST, España, 2003.
- [8] HIELSCHER, «La pirolisis de pulverización ultrasonica,» Tecnología de ultrasonido de Hielscher, EE UU, 2008.
- [9] P. M. J. M. VILLORA, «Metodos de síntesis y comportamiento termico de hidroxiapatito,» *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, vol. 41, nº 5, p. 5, 2002.
- [10] P. Y. Reyes, «SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE COBRE Y ÓXIDO DE COBRE Y SU INCORPORACIÓN EN UNA MATRIZ POLIMÉRICA,» Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, 2012.
- [11] I. L. Suarez, «Síntesis de catalizadores basados en óxidos de metales de transición,» Instituto Nacional del Carbon, Mexico, 2010.
- [12] H. M. G. Luis M. Carballo, «Estudio de los Procesos Sol-gel para la Obtención de un Aglutinante apropiado para el pelletizado de alumina,» *Revista Ingeniería e Investigación*, vol. 1, nº 48, p. 2, 2001.
- [13] J. S. L. C. M. B. A. J. L. M. DONGSIK KIM, «Microscopic Measurement of the Degree of Mixing for Nanoparticles in Polymer Nanocomposites by TEM Images,» *MICROSCOPY RESEARCH AND TECHNIQUE*, vol. 7, nº 5, p. 2, 2007.
- [14] R. N. G. S. G. V. D. A. Salas Gabriel, «Síntesis de Nanopartículas de ZnO por el Método de Pechini,» *Revista Politecnica*, vol. 38, nº 1, p. 2, 2016.

12. ANEXOS

Tabla 9. observaciones presentadas en las diferentes cajas Petri con nano partículas de óxido de zinc

OBSERVACIONES PRESENTADAS EN LAS DIFERENTES CAJAS PETRI CON NANO PARTICULAS DE OXIDO DE ZINC		
$AcZ_n + CH_3OH + H_2O + KOH$ CONCENTRACION	N°	OBSERVACIONES
	1	Plancha a 230 °C y al llegar a 60 °C se bajó la plancha a 130 °C Se agito toda la noche, se dosifico al llegar a 60 °C el balón sin medir tiempo (aproximadamente 30 min) Color amarillento, Agitación 1,5 a 60 °C /10 h frio
	2	Igual que la 1 ^{ra} , el termómetro pequeña diferencia de temperatura, color blanco, Agitación 1,5 a 60 °C /10 h frio
	3	Color blanco, Agitación 6 horas a 60 °C, 2,5 horas agitación s 60 °C
	4	Plancha a 130 °C y al llegar a 60 °C, se agregó dosificación KOH durante (30 minutos) , 2,5 horas agitación a 60 °C
	5	10 horas de agitación en frio, se llevó a 60 °C, se agregó dosificación durante (30 minutos) , 2,5 horas agitación a 60 °C
	6	10 horas de agitación en frio, se llevó a 60 °C, se agregó dosificación KOH durante (30 minutos) , 2,5 horas agitación a 60 °C
	7	10 horas de agitación en frio, se llevó a 60 °C, se agregó dosificación KOH durante (30 minutos) , 2,5 horas agitación a 60 °C
	8	10 horas de agitación en frio, se llevó a 60 °C, se agregó dosificación KOH durante (30 minutos) , 2,5 horas agitación a 60 °C, se deja 2 días en el balón
	9	6 horas de agitación en frio, se llevó a 60 °C, se agregó dosificación KOH durante (30 minutos) , 2,5 horas agitación a 60 °C, se deja 2 días en el balón
	10	6 horas de agitación en frio, se llevó a 60 °C, se agregó dosificación KOH durante (30 minutos) , 2,5 horas agitación a 60 °C, se deja 2 días en el balón
	11	6 horas de agitación en frio, se llevó a 60 °C, se agregó dosificación KOH durante (30 minutos) , 2,5 horas agitación a 60 °C, se deja 2 días en el balón
	12	8 horas de agitación en frio, se llevó a 60 °C, se agregó dosificación KOH durante (30 minutos) , 2,5 horas agitación a 60 °C, se deja 2 días en el balón
	13	10 horas de agitación en frio, se llevó a 60 °C, se agregó dosificación KOH durante (30 minutos) , 2,5 horas agitación a 60 °C, se deja 2 días en el balón
	14	10 horas de agitación en frio, se llevó a 60 °C, se agregó dosificación KOH durante (30 minutos) , 2,5 horas agitación a 60 °C, se deja 2 días en el balón

SINTESIS DE NANOPARTICULAS DE ZINC



EXTRUSION DE NANOCOMPUESTO CON ALMIDON TERMOPLASTICO

