

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO  
ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS**

**DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL**

**ESTANDARIZACIÓN DEL MÉTODO DE SÍNTESIS DE  
NANOPARTÍCULAS DE *ALLIUM CEPA*.**

**REPORTE DE ESTADÍA**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
INGENIERO EN NANOTECNOLOGÍA**

**PRESENTA:  
JORGE ALEJANDRO PRADO PITOL**

**ASESOR INSTITUCIONAL  
DRA. EMILIA OLIVOS LAGUNES  
DR. JUAN MANUEL PADILLA  
FLORES**

**ASESORA ACADÉMICA  
DRA. ADRIANA REYES MAYER**

**EMILIANO ZAPATA, MOR, MAYO DE 2023**

---

# CONTENIDO

---

Índice de figuras	
Índice de tablas	
Agradecimientos	
Resumen	
Abstract	

<b>CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>9</b>
1.1 Planteamiento del Problema.....	9
1.2 Planteamiento de la Hipótesis .....	9
1.3 Objetivos.....	9
1.3.1 General.....	9
1.3.2 Específicos .....	9
1.4 Justificación .....	10
1.5. Alcances del Proyecto .....	10
1.6 Datos generales de la empresa.....	11
1.6.1 Misión. ....	11
1.6.2 Visión .....	11
1.6.3 Modelo educativo .....	11
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.1 Revisión bibliográfica .....	13
2.2 Conceptos básicos .....	14
2.2.1 La cebolla .....	14
2.2.2 Hechos históricos de la cebolla .....	15
2.2.3 Componentes de la cebolla .....	16
2.2.4 Cebolla en México .....	17
2.2.5 Origen de la cebolla.....	17
2.2.5 Nanotecnología .....	18

2.2.6 Nanopartículas .....	19
2.2.6 Nanopartículas orgánicas.....	19
2.2.7 Nanopartículas orgánicas de origen natural.....	20
2.2.7 Nanopartículas de <i>Allium cepa</i> .....	21
2.2.8 Dimetil sulfóxido .....	22
2.2.9 Estandarización de técnicas de laboratorio.....	23
2.2.10 Espectroscopia UV-vis.....	24
2.2.11 Espectroscopia UV-vis de nanopartículas.....	25

### **CAPÍTULO 3. DESARROLLO .....27**

3.1 Síntesis de nanopartículas <i>Allium cepa</i> .....	27
3.1.1 Inicio.....	27
3.1.2 Planeación.....	28
3.1.3 Ejecución del Proyecto .....	30
3.1.4 Proceso de limpieza de los materiales .....	30
3.1.5 Proceso de disolución de polvo de cebolla en sulfóxido de dimetil. ....	30
3.1.6 Síntesis de nanopartículas de <i>Allium cepa</i> 5 minutos de caudal.....	32
3.1.7 Síntesis de nanopartículas de <i>Allium cepa</i> 10 minutos de caudal.....	32
3.1.8 Síntesis de nanopartículas de <i>Allium cepa</i> 15 minutos de caudal.....	33
3.1.9 Síntesis de nanopartículas de <i>Allium cepa</i> 20 minutos de caudal.....	34
3.1.10 Metodología general caracterización de UV-vis .....	34
3.1.11 Metodología de caracterización por espectroscopía UV-vis.....	35
3.2 Control.....	35
3.3 Cierre.....	36

### **CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....37**

4.1 Resultados y discusión .....	37
4.1.1 Caracterización de las nanopartículas de <i>Allium cepa</i> por espectroscopía UV-Vis .....	37
4.1.2 Nanopartículas de <i>Allium cepa</i> con una semana de reposo .....	38
4.1.3 Nanopartículas de <i>Allium cepa</i> con dos semanas de reposo.....	39

4.1.4 Nanopartículas de Allium cepa con 4 semanas de reposo .....	40
4.1.5 Nanopartículas de Allium cepa con diferentes tiempos de goteo.....	41
4.2 Conclusiones .....	42
4.3 Recomendaciones .....	43

## **REFERENCIAS**

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Fig. 2.1 A) Bulbos de cebolla B) bulbos de cebolla en desarrollo (Zamora 2026) ....	14
Fig. 2.2 Origen y distribución de la producción de cebolla en México (SAGARPA 2015). .....	18
Fig. 2.3 Representación esquemática de la nanoestructura llamada fullereno (Lira et al 2018) .....	19
Fig. 2.4 Fórmula estructural del DMSO (Unidad Informativa del Instituto de Química 2016) .....	22
Fig. 2.5 Demostración grafica de estandarización (Someka, 2022).....	24
Fig. 2.6 Estructura general de un espectrofotómetro UV-Vis (Foster, 2004) .....	25
Fig. 3.1 Agregando polvo de cebolla en solvente orgánico.....	31
Fig. 3.2 Agitado de la solución .....	31
Fig. 3.3 Aplicación de baño sónico.....	33
Fig. 4.1 Espectro de Nps de la disolución con una semana de reposo de la disolución y 5 minutos de goteo .....	38
Fig. 4.2 Espectro de Nps de la disolución reposada durante 2 semanas. ....	39
Fig. 4.3 Espectro de Nps de la disolución reposada durante 4 semanas y 5 minutos de goteo.....	40
Fig. 4.4 muestra de NPs de la solución reposada durante 4 semanas y 10 minutos de goteo.....	41
Fig. 4.5 muestra de NPs reposada durante 4 semanas y 15 minutos de goteo.....	41

---

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1.1 Datos de la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz.....	10
Tabla 2.1 Ranking de países más productores de cebolla en el mundo.....	13
Tabla 2.2 Componentes principales de la cebolla blanca.....	14
Tabla 3.1 Diagrama de Grantt.....	29
Tabla 3.2 Lista de materiales.....	30
Tabla 3.3 Lista de reactivos.....	30
Tabla 3.4 Lista de equipos.....	30

---

## AGRADECIMIENTOS

---

Agradezco a:

Mis profesores por haberme permitido aprender un poco de lo mucho que saben, formado como un profesionalista que antes que todo pone al honor primero, especialmente a mi asesora institucional la Dra. Adriana Meyer por su apoyo sin importar las distancias, mi asesora industrial la Dra. Emilia Olivos Lagunes, por su paciencia y apoyo invaluable, tanto en redacción como moralmente, a mi asesor experimental el Dr. Juan Manuel Padilla Flores, por supervisar la metodología y mi proceder en el laboratorio. Al Mtr. Esaú Solano quien me apoyo notablemente en las pruebas de caracterización indispensables para este reporte.

Mi padre por su invaluable apoyo tanto económico, que tanto le ha costado ganar honradamente y motivación moral en cada momento dificultoso en este proceso, siendo una de mis más grandes motivaciones el verlo orgulloso.

A mi novia que sin su ayuda; prestándome dispositivos electrónicos y un lugar calmo donde llevar a cabo el presente que no podrían leer de lo contrario, mencionándola como pilar de mi moral en momentos complicados.

A mis compañeros que llevan el significado de compañero a su expresión. Principalmente a Josue Uriel Montaña Martínez por ser de vital importancia para la graficación de las pruebas de caracterización, incluso un hermano en esta etapa, a Valeria Rodríguez Rivera y Noemí Sánchez de la Cruz por ayudarme con la redacción y formato de este reporte.

A las instituciones, UTCV por prestar sus instalaciones y capital humano de alto valor para desarrollarme profesionalmente, por su parte a la UTEZ por prestar a su capital humano igualmente valioso y comprometido, además de su respaldo.

---

## RESUMEN

---

La cebolla cuenta con múltiples aplicaciones médicas, además de las ya conocidas, encontrando un problema en la aplicación de sus componentes; al ser perecederos. Una solución es la de reducir la cebolla deshidratada a nivel micro o nanométrico, aumentando su vida útil notablemente, aunque aquí se halla la problemática; dado que se ha encontrado un solo método con cierta ambigüedad en la literatura, lo que complica las investigaciones futuras.

Por lo que en la presente investigación se busca estandarizar un método, que sirva como guía a los investigadores a quienes les sea útil. Se llevó a cabo la metodología de Kumar et al, 2020; esta consiste en agregar polvo de *Allium cepa* en dimetil sulfóxido, más adelante, se agrega en forma de goteo la anterior solución en 50 mL de agua desionizada en el punto de ebullición, en condiciones ultrasónicas.

Para fines de la estandarización fueron variadas las condiciones de síntesis; de esta forma encontrar las óptimas. Se llevó a cabo una solución madre, la cual fue reposada 1, 2, 3 y 4 semanas, para llevar a cabo pruebas con variación de tiempos de goteo y baño sónico, siendo estas 5, 10, 15 y 20 minutos de goteo, las primeras 2 seguidas de 10 minutos de baño sónico, mientras que las muestras a 15 y 20 minutos de goteo, teniendo 5 minutos en el sonicador y un baño sónico nulo, respectivamente.

Las muestras obtenidas producto de la síntesis se caracterizaron a partir de espectrometría UV-vis, demostraron que las nanopartículas sintetizadas a partir de la disolución reposada durante 1 semana se colocaron como las de menor tamaño y mayor estabilidad con una banda de absorción entre 250 y 300, las muestras provenientes de la disolución reposada a 2 y 3 semanas mostraron una morfología incierta, debido a sus bandas de absorción más anchas y menos pronunciadas, finalmente, las muestras reposadas durante 4 semanas mostraron una banda de absorción entre 310 y 350, sugiriendo un mayor tamaño y una inestabilidad ante el goteo durante el baño sónico.

---

## ABSTRACT

---

Onion has too many medical applications in additionally to culinarian others, there is an issue with the application of its components; being perishable. A correct solution would be reducing its components from macro to micrometric or nanometric scale, significantly increasing its useful life, there exists another problem; in the literature is the only one method, and this issue complicates future investigations.

Then in the present investigation, we looking for a standard method that will be useful for those who seek to investigate these nanoparticles. The only one method was the one used (Kumar et al, 2020). This consist of adding *Allium cepa* powder in dimethyl sulfoxide, then the aforementioned solution is dropped in 50 mL of boiling water under ultrasonic conditions, followed by an ultrasonic bath. The conditions were varied, for purposes of standardization. The variables studied were mainly, about time, a stock solution was carried out, being used at 1, 2, 3 and 4 weeks, to carry out the tests with variation of dripping time and sonic bath. Being these 5, 10, 15 and 20 minutes of dripping, the first 2 followed by 10 minutes of ultrasonic bath, while the samples at 15 and 20 min of dripping, having 5 min in the sonicator and null ultrasonic bath, respectively.

The samples obtained from the synthesis product were characterized from UV-vis spectrometry, demonstrating that the nanoparticles synthesized from the solution that rested for 1 week were the smallest and most stable with an absorption band between 250 and 300 , the samples from the solution rested for 2 and 3 weeks showed a mostly uncertain morphology, due to their broader and less pronounced absorption bands, finally, the samples rested for 4 weeks showed an absorption band between 310 and 350 , suggesting a larger size and instability in the face of dripping during the sonic bath. The ideal conditions are placed in 1 week of rest of the precursor solution, recommendation of 5 minutes of dripping in ultrasonic conditions, followed by 10 minutes of sonic bath, for reasons of time.

---

# CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

---

## 1.1 Planteamiento del Problema

La síntesis de nanopartículas de *Allium cepa* no cuenta con una metodología clara y reproducible, dado que únicamente existe un artículo que se ha publicado donde se da a conocer un método, mientras que resulta útil en múltiples aplicaciones médicas como la coagulación de la sangre y como agente antiséptico; por lo cual será utilizado extensamente en futuras investigaciones.

## 1.2 Planteamiento de la Hipótesis

Identificar las variables de mayor eficiencia y reproducibilidad de la síntesis de nanopartículas de *Allium cepa*, podría proporcionar un método estandarizado.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 General

Desarrollar un método estandarizado para la obtención de nanopartículas de *Allium cepa* mediante la identificación de los valores de las variables que controlan la eficiencia y reproducibilidad de la síntesis.

### 1.3.2 Específicos

- Identificar las variables del proceso de síntesis de la *Allium cepa*
- Preparar la disolución de polvo de cebolla en dimetil sulfóxido.
- Identificar la velocidad de goteo pertinente mediante la variación de la misma.
- Identificar el tiempo pertinente del baño sónico mediante la variación del mismo.

- Caracterizar el producto de la síntesis por UV-vis.
- Determinar el rendimiento de la síntesis.

#### **1.4 Justificación**

Los componentes de la cebolla tienen cuantiosas aplicaciones como lo son: la inhibición de bacterias (García & Herrera, 2007), muestra ser un antiinflamatorio, es uno de los mejores antibióticos naturales, Ayuda a cicatrizar heridas, exhibe actividad antialérgica en la piel (Coloma, 2015). Por tal razón la implementación de estos componentes en forma de nanopartículas resulta atractivo, dando lugar a la necesidad de una síntesis con relativa simplicidad de llevarse a cabo, para las investigaciones en las aplicaciones en los diferentes medios, búsqueda de nuevas aplicaciones o incluso escalamiento de producción para su resultado final.

Por lo que la presente investigación encuentra como encomienda llevar a cabo esta simplificación del método, para dar consigo una ruta común entre investigadores y retirarles la tarea de encontrar el método más competente y centrándolo en las pruebas experimentales en sí. Tomando en cuenta que el mayor trabajo de un investigador debería ser el llevar a cabo pruebas experimentales para probar una hipótesis y no la de encontrar una metodología.

#### **1.5. Alcances del Proyecto**

El alcance del proyecto se encontrará limitado en la comunidad científica con acceso a esta investigación con interés en llevar a cabo nanopartículas de componentes de *Allium cepa*, resulta reducido, aunque resulta ser justo lo necesario, pues no se trata de una aplicación.

## 1.6 Datos generales de la empresa

En la Tabla 1.1 se muestran los datos de la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz donde se realizó la estadía.

Tabla 1.1 Datos de la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz.

EMPRESA	DIRECCIÓN	TAMAÑO	LOGOTIPO
Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz	Avenida Universidad 350, 94910 Cuitláhuac, Ver.	Mediana	

### 1.6.1 Misión

Formar profesionistas responsables, creativos y competentes a nivel nacional e internacional, mediante una educación tecnológica, científica e integral, basada en procesos, certificados y acreditados, asegurando el cumplimiento de la Nueva Escuela Mexicana, a fin de impactar positivamente en la sociedad.

### 1.6.2 Visión

Ser considerada una institución referente en el marco nacional e internacional a través de su calidad educativa y de servicios, con un enfoque sustentable, coadyuvando al fortalecimiento de una sociedad incluyente.

### 1.6.3 Modelo educativo

La UTCV está comprometida con la educación de calidad, la igualdad laboral y no discriminación, así como con la mejora continua, para lo cual cumple de manera

voluntaria con los requisitos de ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, NMX-R- 025-SCFI-2015 e ISO 17025:2017.

---

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

---

### 2.1 Revisión bibliográfica

El artículo del que se tiene la única metodología (kumar et al, 2020) en este se prepararon las nanopartículas de *Allium cepa* con solubilidad acuosa mejorada para así investigar su eficacia in vitro contra *Entamoeba gingivalis*, un protozoo relacionado con una mala higiene bucal que conduce a una enfermedad periodontal avanzada. Donde se lleva a cabo la reducción del polvo de cebolla deshidrata por medio de sulfóxido de metilo, con posterior agitación y finalmente una disolución y una última agitación magnética.

Su problemática fue planteada en el tamaño de partícula de la cebolla y la baja biodisponibilidad sistémica es la principal desventaja asociada que exhibe un gran obstáculo para su uso con fines medicinales. Se encontró la solución a estas limitaciones; convirtiendo las partículas de gran tamaño en partículas de tamaño nanométrico. Las nanopartículas de *A. cepa* mostraron desinhibición mayor al 80 %, lo que es equiparable a el fármaco estándar Metronidazol en *E. gingivalis*, lo que sugiere su uso como un posible fármaco antiparasitario a base de hierbas.

*Allium cepa*, comúnmente conocida como cebolla, se ha investigado como una fuente potencial de nanopartículas debido a sus diversos compuestos fitoquímicos, como flavonoides, ácidos fenólicos y compuestos de azufre. Se ha descubierto que estas nanopartículas tienen propiedades antimicrobianas, antifúngicas y antioxidantes. En un estudio publicado en el Journal of Biomolecular Research and Therapeutics, se descubrió que las nanopartículas de *Allium cepa* tienen potencial para tratar el cáncer. El estudio descubrió que estas nanopartículas reducían significativamente la viabilidad de las células cancerosas in vitro e inducían la apoptosis o muerte celular programada.

Otro estudio en el Journal of Biomedical Nanotechnology mostró que las nanopartículas de *Allium cepa* mejoraron la cicatrización de heridas en ratas. El estudio encontró que las nanopartículas aumentaron la formación de colágeno, el crecimiento de los vasos sanguíneos y redujeron la inflamación en el área de la herida (Bijaya, 2019). Los estudios preliminares se han mostrado prometedores para las nanopartículas de *Allium cepa* en diversas aplicaciones, como en la asepsia (kumar et al, 2020) el tratamiento del cáncer y la cicatrización de heridas (Bijaya, 2019).

## 2.2 Conceptos básicos

### 2.2.1 La cebolla

La cebolla (*Allium cepa*) ha sido concebido como comida y planta medicinal desde tiempos ancestrales, esta misma ha sido ampliamente cultivada, seguida únicamente por el jitomate y es una hortaliza de bulbo conocida y consumida por mas culturas en todo el mundo. Es un cultivo de corta duración que crece en bajas altitudes, en la figura 21 se muestra más a detalle su imagen. Se reconoce comúnmente como “reina de la cocina”, dado a su sabor, aroma y sabor únicos apreciados y las propiedades medicinales de sus compuestos. La cebolla es usada durante todo el año, en forma de especia, como condimento, en ensaladas, hervida o al horno. Se utiliza en polvo, en encurtidos, pasta y hojuelas, también en su uso medicinal en esta presentación (Parrek et al, 2017).



Fig. 2.1 A) Bulbos de cebolla B) bulbos de cebolla en desarrollo (Zamora 2026)

### 2.2.2 Hechos históricos de la cebolla

Los seres humanos desde el periodo Neolítico de la prehistoria, también desde este extenso periodo, han existido personas que han apreciado las aplicaciones de la cebolla y también quienes las han evitado. Se ha cultivado globalmente, en alrededor de 175 países a lo largo de 5000 años, aproximadamente. Los antiguos egipcios contemplaban la forma de bulbo como una representación del universo.

El primer escrito conocido que mencione a esta hortaliza se remonta a unos 2600 años, por los sumerios, en el papiro de Ebers, el origen de su nombre proviene del latín *cepūlla*, diminutivo de *cēpa* (cebolla), los romanos la introdujeron a Bretaña, de donde posiblemente fue introducido a las Américas, por otra parte se ha descubierto que el puerro tuvo un papel importante en el reino del antiguo Egipto. El gran médico Hipócrates le adjudicó los beneficios como diurético, laxante y emenagogo. Usó la cebolla como tratamiento para la neumonía y para curar heridas en descomposición externamente. (Koch & Lawson, 1996).

Desde la antigüedad la cebolla, no solo ha sido empleada como alimento común, también para el tratamiento de muchas enfermedades. La que se tiene como la primera cita de este vegetal como tratamiento se encuentra en el código Ebers escrito en el 1550 antes de cristo, un libro médico del antiguo Egipto, papiro que difundió información de varias fórmulas terapéuticas a base de ajo y cebolla, como un remedio de multitud de aflicciones; como lo son el dolor de cabeza, mordeduras, gusano, problemas del corazón y tumores (Lanzotti, 2006) En la tabla 1.2 podemos observar los países con mayor producción de cebolla blanca mostrando su expansión por el mundo.

Tabla 1.2 Ranking de países más productores de cebolla en el mundo (Parrek et. al. 2017)

Puesto	País	Producción total (toneladas)
1	China	20,507,759
2	India	13,372,100

3	USA	3,320,870
4	Egipto	2,208,080
5	Irán	1,922,970
6	Turquía	1,900,000
7	Pakistán	1,700,100
8	Brasil	1,556,000
9	Rusia	1,536,300
10	Corea del Sur	1,411,650

### 2.2.3 Componentes de la cebolla

Se sabe que esta especie contiene aminoácidos azufrados aunados con muchas vitaminas y minerales. En la figura 1.3 se exhiben los componentes principales de la cebolla blanca. Se han encontrado una variedad de metabolitos secundarios, incluyendo flavonoides, fitoesteroles y saponinas (kumar et al, 2020). Contiene de 3 % a 9 % de hidratos de carbono sencillos y 1 % de proteína. No contiene grasa ni colesterol. Destaca aproximadamente el 2 % de la fibra dietética y su calidad. Una fibra soluble, fructooligosacáridos principalmente, unas cuantas moléculas de hidratos de carbono que contribuyen a mantener la salud gastrointestinal. La fibra soluble, al llegar colon se comporta como probiótico que favorece el crecimiento de la flora bacteriana beneficiosa para la salud intestinal, ayudando a regular los valores de colesterol en sangre (Azcona, 2017).

Tabla 1.3 Componentes principales de la cebolla blanca (Zamora, 2016)

Nutriente	Valor
Agua (%)	91-92
Energía (Kcal)	34-35
Proteína	1.2-1.7
Grasa (g)	0.03-0.1
Carbohidratos (g)	7.3-5.6
Fibra (g)	0.4-0.8
Ca (mg)	25-60
P (mg)	29-33

Fe (mg)	0.4-1.9
Na (mg)	2-4
K (mg)	155-275
Vitamina (UI)	0-5000
Tiamina (mg)	0.6-0.07
Riboflavina (mg)	0-01-0.14
Niacina (mg)	0.10-0.20
Ácido ascórbico (mg)	8.4-45
Vitamina B6 (mg)	0.16-x

#### 2.2.4 Cebolla en México

Tan solo en el año de 1999 en el estado de Morelos, se sembraron 5,463 hectáreas de cebolla (*A. cepa*) con una producción de 98,304 toneladas y un valor de 162,000 millones de pesos (Belmont et al, 2003), a nivel nacional la siembra de cebolla blanca concentra alrededor de 90 % de la producción nacional, de este el 70 % se cultiva en los estaos de Chihuahua, Zacatecas, Baja California, Michoacán, Tamaulipas, y Guanajuato. En el año 2013, México exportó el mundo 318 toneladas de cebolla, equivalente a 363,721 millones de dólares estadounidenses, el 85 % de la exportación total (Valencia & Zetina, 2017).

#### 2.2.5 Origen de la cebolla

La cebolla blanca es una planta perenne originaria de Asia Central. Es uno de los cultivos vegetales más antiguos del mundo, y su uso se ha registrado en la historia antigua de muchos países, incluidos Egipto, Grecia e India. Se cree que la cebolla ha sido cultivada en Asia durante más de 5000 años, y ha sido utilizada tanto como alimento como con fines medicinales. Su sabrosa y versátil naturaleza la convierte en un ingrediente popular en muchos platillos en todo el mundo. La cebolla también tiene una larga historia como medicina natural (Lanzotti 2006).

Fue utilizada en la medicina antigua para una variedad de afecciones, desde resfriados y tos hasta picaduras de insectos y dolores de cabeza. También se ha estudiado por sus posibles propiedades antioxidantes y anticancerígenas. Actualmente, la cebolla es

un cultivo importante en todo el mundo, y se cultiva en una variedad de climas y regiones. Algunos de los mayores productores de cebolla son China, India, Estados Unidos y España, en la figura 2.2 se muestra el origen de la cebolla en México. En resumen, la cebolla es una planta perenne originaria de Asia Central que ha sido cultivada y utilizada como alimento y medicina natural durante miles de años. Su popularidad no ha disminuido con el tiempo, y hoy en día es un ingrediente imprescindible en muchas cocinas y se cultiva en todo el mundo (Lanzotti, 2006).



Fig. 2.2 Origen y distribución de la producción de cebolla en México (SAGARPA 2015).

### 2.2.5 Nanotecnología

La nanotecnología se refiere a la manipulación y utilización de materiales de los cuales sus constituyentes existen en nano-escala y por definición tener menos de 100 nanómetros, esta explora el comportamiento eléctrico, óptico y magnético, así como el comportamiento estructural a nivel molecular y sub-molecular. Potencialmente revolucionará una serie de herramientas y procedimientos médicos y biotecnológicos, siendo de esta manera más baratos, más seguros y más fáciles de administrar (Hasan, 2015) como ejemplo de un material nanométrico tenemos la figura 2.3 donde se alcanza a apreciar un fullereno.

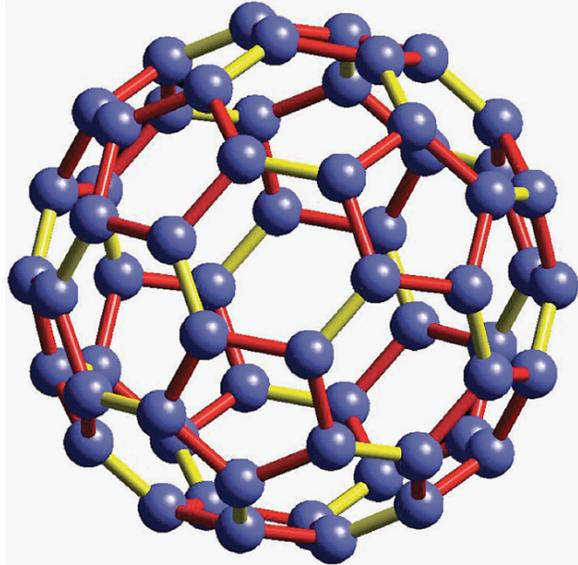


Fig. 2.3 Representación esquemática de la nanoestructura llamada fullereno (Lira et al 2018)

### 2.2.6 Nanopartículas

Las nanopartículas se están utilizando para diversos fines, desde tratamientos médicos, utilizándose en diversas ramas de la producción industrial y baterías de combustible para el almacenamiento de energía (Hasan 2015). Son un tipo de materiales con propiedades categóricamente diferentes a sus equivalentes a nivel macro y micro (Smichowski & Gómez, 2023).

Los sistemas de administración de nanopartículas han sido investigadas ampliamente en forma preclínica y ya se han introducido en la clínica muchas formulaciones y tecnologías basadas en partículas. La administración oral, local, tópica e intravenosa son métodos comprobados que han sido aprobados por la FDA para la administración de nanopartículas, acorde a la aplicación deseada o el sitio designado (Anselmo & Mitragotri, 2016).

### 2.2.6 Nanopartículas orgánicas

Las nanopartículas orgánicas son partículas muy pequeñas que se producen a partir de materiales orgánicos, como los polímeros o microcomponentes. Estas nanopartículas tienen propiedades únicas que las hacen interesantes para una amplia gama de aplicaciones. Las nanopartículas orgánicas se utilizan a menudo en la industria farmacéutica, donde se utilizan como transportadores de fármacos para mejorar la biodisponibilidad y la distribución del fármaco en el cuerpo.

Estas partículas también se utilizan en la industria de alimentos y cosméticos, donde se utilizan como agentes espesantes y estabilizadores de emulsiones, entre otras aplicaciones. Además, las nanopartículas orgánicas también se utilizan en la fabricación de dispositivos electrónicos, incluidos sensores y materiales para baterías y células solares. Se fabrican de diferentes maneras, que incluyen la síntesis química y la autoensamblaje de bloques, entre otras técnicas. La estructura y las propiedades de las partículas se pueden ajustar para satisfacer requisitos específicos de cada aplicación (Goerne et al, 2011).

### **2.2.7 Nanopartículas orgánicas de origen natural**

Las nanopartículas orgánicas de origen natural son partículas muy pequeñas que se encuentran en plantas, animales y otros organismos. Son diferentes de las nanopartículas sintéticas, que se elaboran mediante procesos químicos artificiales. Las nanopartículas orgánicas de origen natural han atraído mucha atención en los últimos años debido a sus propiedades únicas y sus posibles aplicaciones en una variedad de campos. Por ejemplo, se ha demostrado que algunas nanopartículas orgánicas de origen natural tienen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, lo que las hace potencialmente útiles en la prevención y el tratamiento de enfermedades. Las nanopartículas orgánicas de origen natural también se han utilizado en la fabricación de productos alimenticios y cosméticos, ya que tienen propiedades emulsionantes y espesantes (Rojas & Aguado, 2016).

En la industria textil, estas partículas se utilizan como agentes de acabado para mejorar la resistencia a la luz, el agua y la abrasión de las telas. Algunos ejemplos de nanopartículas orgánicas de origen natural incluyen los lípidos, las proteínas y los carbohidratos que se encuentran en las células vegetales y animales. Además, los nanotubos de carbono, que son estructuras de carbono con un diámetro de nanopartículas, también pueden considerarse nanopartículas orgánicas de origen natural. En general, las nanopartículas orgánicas de origen natural tienen un gran potencial en diversos campos, incluidos el campo médico, la industria alimentaria, la cosmética y la textil, aunque se necesita más investigación para comprender completamente sus propiedades y aplicaciones. También es importante estudiar su seguridad y su posible impacto en el medio ambiente antes de su uso extensivo (Goerne et al, 2011).

### **2.2.7 Nanopartículas de *Allium cepa***

*Allium cepa* extermina una gran cantidad de organismos patógenos que incluyen virus, bacterias, parásitos y hongos, su aplicación se ve limitada debido a que se necesita hacer su extracto etanólico u oleoso. Encima, la vida de sus ingredientes activos que contienen azufre es mínima, lo que hace que su uso al momento sea efectivo a comparación en su forma de almacenamiento a largo plazo. Las nanopartículas son aplicadas extensivamente con mucha más eficacia que las nanoformulaciones en el tratamiento de enfermedades. La herbolaria cuando se convierte en nanopartículas proporciona mucha más eficacia en comparación con sus contrapartes a granel (Kumar et al, 2020).

En la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz recientemente se utilizaron las nanopartículas de *Allium cepa* como agente hemostático, utilizando sangre de voluntarios; para de esta manera evaluar su efecto hemostático. El resultado de esta pequeña investigación fue la demostración del efecto esperado, la sangre tuvo una reacción con el producto, cambiando de color y cambiando su consistencia a un rosado claro, en lugar del rojo cobrizo usual que mostró la sangre coagulada naturalmente.

Postulando estas nanopartículas como posible sustituto y/o alternativa como agente activo en apósitos hemostáticos.

### 2.2.8 Dimetil sulfóxido

El dimetil sulfoxido (DMSO) es un compuesto orgánico del grupo sulfóxido con la fórmula química  $(\text{CH}_3)_2\text{SO}$ . Fue descubierto por primera vez en 1866 y, desde entonces, ha encontrado una amplia variedad de aplicaciones industriales y médicas. El DMSO es un líquido incoloro, ligeramente viscoso, insoluble en agua, pero miscible en muchos disolventes orgánicos. Es un solvente polar aprotico, lo que significa que tiene una polaridad similar a la del agua pero no tiene la capacidad de donar protones. El DMSO se usa comúnmente como solvente en la síntesis orgánica y como portador de medicamentos, debido a su capacidad para penetrar la piel y llevar sustancias a través de ella. También se ha utilizado en la fabricación de fibras textiles, como agente decolorante y en la producción de papel (Rodriguez et al, 2003).

En medicina, el DMSO se ha utilizado como antiinflamatorio y analgésico tópico y se ha investigado como un posible agente antitumoral en diversas formas de cáncer. También se ha utilizado en el tratamiento de ciertos trastornos de la piel, como la esclerodermia y la dermatitis. Es importante tener en cuenta que el DMSO es una sustancia bastante tóxica y no se recomienda su uso a menos que esté bajo la supervisión de un profesional médico. Las informaciones sobre sus posibles aplicaciones y beneficios deben ser siempre discutidas con un médico antes de su uso (Rodriguez & Lamar, 2012) en la figura 2.4 se muestra la estructura del DMSO.

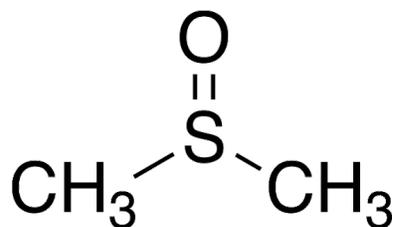


Fig. 2.4 Fórmula estructural del DMSO (Unidad Informativa del Instituto de Química 2016)

### **2.2.9 Estandarización de técnicas de laboratorio**

El principal de los objetivos de estandarizar los procesos clave de una empresa es que se consiga un comportamiento repetible que pueda crear productos con calidad homogénea en todos sus estos y se logre minimizar costos (Gallo, 2017). El control de variables que intervengan en la eficacia de procesos en laboratorio como la homeostasia, está basado en tomar en cuenta las variables que participan en el momento en que se lleva a cabo el procedimiento técnico. Esto es parte del control de calidad que en teoría debe realizarse en todos los laboratorios (Bernal et al, 2013).

La estandarización de técnicas de laboratorio es esencial para garantizar la calidad, precisión y reproducibilidad de los resultados obtenidos en investigaciones científicas. La implementación de técnicas estandarizadas es necesaria para evitar errores humanos o variaciones en el equipo o reactivos utilizados. En primer lugar, la estandarización de técnicas de laboratorio implica la definición precisa de las operaciones y pasos necesarios para llevar a cabo una tarea en particular. Esto incluye el uso de procedimientos detallados y protocolos estandarizados para cada tarea, lo que permite a los investigadores estar seguros de que todas las etapas necesarias se llevarán a cabo de manera consistente (Samaniego & Trujillo, 1989).

Además, la estandarización de técnicas de laboratorio implica la utilización de equipos y reactantes que han sido previamente calibrados y/o controlados para garantizar que los resultados sean precisos. Esto reduce la cantidad de errores de medición y minimiza la variación entre los resultados obtenidos por diferentes personas o en diferentes momentos. Otra ventaja de la esta es que proporciona una base para la evaluación de la calidad de los resultados. Si los resultados obtenidos no cumplen con los estándares predeterminados, los investigadores deben ser capaces de identificar rápidamente donde están los errores y tomar medidas para corregirlos. Estos controles de calidad ayudan a garantizar resultados precisos y confiables en todos los experimentos (Tafur, 2022) como podemos apreciar en la figura 2.5.

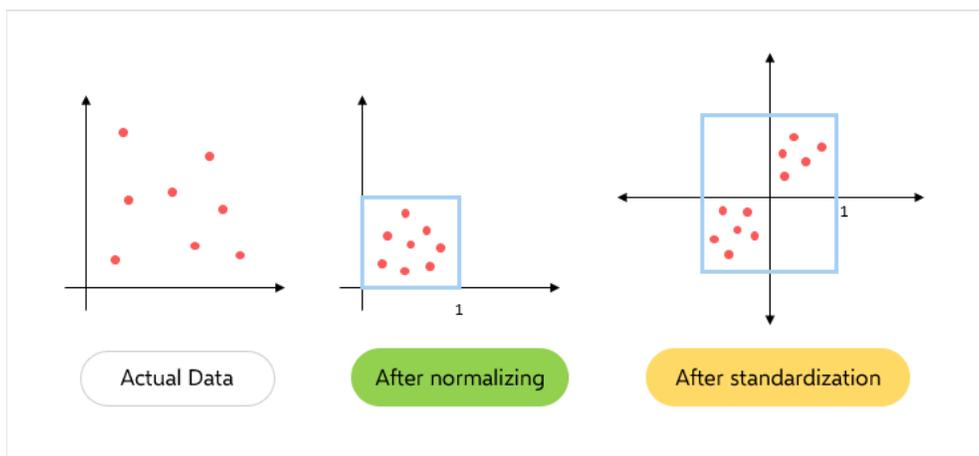


Fig. 2.5 Demostración grafica de estandarización (Someka, 2022)

Además, el uso de técnicas estandarizadas permite a los investigadores compartir los resultados de sus estudios con otros investigadores y la comunidad científica en general. Esto facilita la verificación independiente de los resultados, aumentando la credibilidad y la confianza en los descubrimientos científicos. La estandarización de técnicas de laboratorio es esencial para garantizar la calidad, precisión y reproducibilidad de los resultados obtenidos en investigaciones científicas. La implementación de procedimientos estandarizados, la selección cuidadosa de equipos y reactantes, y la evaluación periódica de los controles de calidad ayudan a garantizar que los resultados sean confiables y precisos, y que puedan ser validados y replicados en cualquier momento (Samaniego & Trujillo, 1989).

### 2.2.10 Espectroscopia UV-vis

La espectroscopia UV-Vis (espectroscopia ultravioleta-visible) es una técnica utilizada para detectar y cuantificar la absorción de luz en la región ultravioleta-visible del espectro electromagnético por moléculas dentro de una muestra. El espectro UV-Vis cubre un rango de longitud de onda de 190-800 nm. En la espectroscopia UV-Vis, una muestra se expone a un haz de luz con una amplia gama de longitudes de onda. La muestra absorbe parte de la luz en longitudes de onda específicas según la composición química de la muestra. La luz restante se transmite a través de la muestra

y es detectada por un detector. La diferencia entre las intensidades de luz incidente y transmitida se utiliza para generar un espectro que sea representativo de las características de absorción únicas de la muestra (Picollo et al, 2018).

La espectroscopia UV-Vis es una poderosa herramienta para identificar y cuantificar sustancias químicas en una muestra. Se usa comúnmente en industrias como la farmacéutica, la biotecnología y la ciencia de los materiales para investigar las propiedades de muestras como el ADN, las proteínas y las nanopartículas. Podemos ver su estructura a grandes rasgos en la figura 2.6. En general, la espectroscopia UV-Vis permite a los científicos analizar la composición de las muestras de forma no destructiva, lo que puede proporcionar información importante sobre su estructura y propiedades (Forster, 2004).

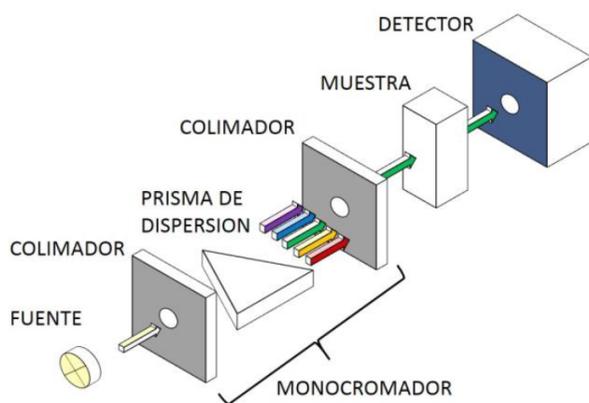


Fig. 2.6 Estructura general de un espectrofotómetro UV-Vis (Foster, 2004)

### 2.2.11 Espectroscopia UV-vis de nanopartículas.

Como se detalló anteriormente, la espectroscopía UV-Vis es una técnica analítica ampliamente utilizada para estudiar la interacción de la luz con la materia y la absorción de luz por parte de los materiales. En la última década, esta técnica ha encontrado una nueva aplicación en la caracterización de nanopartículas, debido a la capacidad de las nanopartículas de interactuar de manera única con la luz en el rango del espectro UV-Vis. Las nanopartículas son objetos con dimensiones entre 1 y 100 nanómetros. Su

caracterización es importante en muchas áreas, como la biomedicina, la nanotecnología y la ingeniería de materiales. La espectroscopía UV-Vis es una técnica útil para la caracterización de nanopartículas, porque permite la medición de la intensidad de la luz absorbida por las nanopartículas en función de la longitud de onda (Moreno, 2017).

La espectroscopía UV-Vis se basa en la absorción de luz por parte de las nanopartículas. Cuando la luz incide en una nanopartícula, una parte de la luz es absorbida y otra parte es dispersada. Las partículas más pequeñas tienden a absorber la luz en el rango del espectro UV y las partículas más grandes absorben la luz en el rango del espectro visible (Viol et al, 2011).

La espectroscopía UV-Vis permite medir la cantidad de luz absorbida por las nanopartículas y calcular su tamaño y forma. La espectroscopía UV-Vis también es útil para el estudio de la estabilidad de las nanopartículas. La estabilidad de las nanopartículas depende de su estado de agregación y de su tamaño (Viol et al, 2011).

La espectroscopía UV-Vis puede detectar cambios en la estabilidad de las nanopartículas, lo que permite a los investigadores optimizar la síntesis de nanopartículas y asegurarse de que se mantengan estables, lo que es notablemente útil cuando se busca calcular su tamaño o tener una idea de este con alguna referencia (Viol et al, 2011).

Además, la espectroscopía UV-Vis puede utilizarse para estudiar la interacción de las nanopartículas con otras moléculas. Las nanopartículas tienen una gran área superficial en relación con su tamaño, lo que les permite interactuar de manera única con otras moléculas. La espectroscopía UV-Vis puede utilizarse para estudiar la interacción de las nanopartículas con moléculas biológicas, lo que tiene importantes implicaciones en la biomedicina, con los cálculos correctos se pueden calcular las concentraciones de una sustancia o en este caso de las nanopartículas. (Viol et al, 2011).

---

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO

---

### 3.1 Síntesis de nanopartículas *Allium cepa*

La técnica comienza con la disolución de polvo de cebolla previamente deshidratado y molido mecánicamente; 100 mg para ser exactos, en 20 mL de dimetil sulfóxido que es un solvente orgánico volátil. La metodología se basa en una técnica de molienda húmeda, que en este caso consiste en rociar la solución antes descrita en agua en el punto de ebullición bajo un baño ultrasónico, en la literatura posteriormente se calienta a 60 °c en condiciones de baja presión, para finalmente ser liofilizada, solo que en la presente investigación únicamente se lleva a cabo el roció de la solución, puesto a que las pruebas necesarias para su caracterización no es necesario obtener el producto en polvo.

#### 3.1.1 Inicio

El presente proyecto se realizó tomando como propósito el obtener un método preciso o bien realizar las herramientas necesarias para elegir un método de síntesis que futuras investigaciones adecuando este al objetivo, debido a la falta de una referencia clara, lo cual podría dar como resultado una problemática que obstaculice el objetivo de futuros proyectos.

Para comenzar, las estadías se llevaron a cabo en el laboratorio de nanotecnología en la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, el cual a pesar de llevar poco tiempo de estar equipado, tiene la cantidad de equipos indispensables que hacen posible el desempeño correcto de los estudiantes, con una promesa de llegar a ser uno de los mejores de la región.

### 3.1.2 Planeación

El tiempo de duración de la estadía se vio ligeramente comprometido debido a factores externos, por lo que la planeación se dio en un corto lapso de tiempo, primero fue establecida de la mano con la Dra. Emilia Olivos Lagunes la cual es una profesora a tiempo completo con una amplia experiencia en el área de investigación, se tomó en cuenta las horas necesarias para la validez de la estadía que maneja la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos (UTEZ), establece que el periodo de estadías tiene una duración de cuatro meses, dicho periodo se realizó del 09 de mayo al 19 de agosto del 2022, durante este periodo se llevaron a cabo las actividades del proyecto asignado. Todas las actividades que se realizaron en el periodo de estadía en la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz se encuentran organizadas en el diagrama de Gantt que se presenta a continuación:

Tabla 3.1 Diagrama de Gantt.

ACTIVIDAD	MES		FEBRERO				MARZO				ABRIL	
	SEMANA		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
	Presentación e inicio de estadías											
Revisión de bibliografía												
Planeación del proyecto												
Introducción de la técnica de síntesis de nanopartículas de A. cepa												
Realización de la disolución de polvo de A. cepa en dimetil sulfóxido												
Molienda húmeda con la disolución en 7 días de reposo												
Molienda húmeda con la disolución en 14 días de reposo												
Molienda húmeda con la disolución en 21 días de reposo												
Molienda húmeda con la disolución en 28 días de reposo												
Caracterización de las muestras												
Redacción del reporte												
Revisión final												
Realizó: Prado Pitol Jorge Alejandro	Aprobó: Dra. Emilia Olivos				Dra. Adriana Reyes							

En la Tabla 3.2 se presenta la lista de materiales.

Tabla 3.2 Lista de Materiales.

Material	Cantidad	Capacidad
Vaso de precipitados	4 unidades	50 mL
Agitadores	4 unidades	9 mm
Frasco ámbar	16 unidades	25 mL
Termopar	1 unidad	-
Pipetas	2 unidades	10 mL

En la Tabla 3.3 se presenta la lista de reactivos.

Tabla 3.1 Lista de Reactivos.

Reactivos	Cantidad	Costo
Dimetil sulfóxido	800mL	\$900
Cebolla en polvo	50g	\$50
Agua destilada	1L	\$80

En la Tabla 3.4 se presenta la lista de equipos.

Tabla 3.4 Lista de Equipos.

Equipo	Marca	Modelo
Sonicador	Branson	Cpx8800h 21L
Espectrómetro UV-vis	PerkinElmer	Lambda 35
Balanza analítica	VELAB	VE-1000
Parrilla eléctrica	CIVEQ	JB-Master termoagitador

### **3.1.3 Ejecución del Proyecto**

En esta sección se presenta el procedimiento que se llevó a cabo la molienda húmeda variando los tiempos de reducción de la disolución y el tiempo de goteo/baño ultrasónico, durante el tiempo de experimentación.

La preparación se basa en una técnica de molienda en húmedo que consiste en rociar la solución de bulbo de cebolla en polvo en un solvente orgánico volátil en agua caliente bajo ultrasonidos, a posterior el procedimiento del que se toma la metodología; dicta concentrar la solución acuosa a presión reducida y luego liofilizarla para obtener una polvo, lo que no es conveniente en nuestro caso, puesto que; solo compete en el presente proyecto el caracterizar el producto, debido a la intención de encontrar la técnica conveniente o en su defecto las posibles técnicas.

### **3.1.4 Proceso de limpieza de los materiales**

Para realizarse la correcta síntesis de nanopartículas el material utilizado debe estar en una limpieza incluso mayor a la de una reacción estequiométrica, equiparable con muestras para una curva de calibración,

Para comenzar el material fue lavado con tensioactivo aniónico llamado jabón y enjuagado con agua destilada.

Posteriormente fue agregado al material etanol al 96 por ciento

Finalmente fue igualmente agregado acetona pura para que termine de ser evaporado el contenido de cualquier impureza o polvo alojado en el material.

### **3.1.5 Proceso de disolución de polvo de cebolla en sulfóxido de dimetil.**

- Se comienza agregando a un vaso de precipitado 20 mL de dimetil sulfóxido con la ayuda de una pipeta graduada.

- Continúa esta parte de la síntesis pesando 100 miligramos de polvo de cebolla comercial utilizando una espátula.



Fig. 3.1 Agregando polvo de cebolla en solvente orgánico

Finalmente, se lleva a cabo el agitar de esta disolución con un agitador magnético a unas 150 rpm durante 15 minutos.



Fig. 3.2 Agitado de la solución

Se deja reposar el tiempo determinado puesto que es una de las variables a considerar.

### **3.1.6 Síntesis de nanopartículas de *Allium cepa* 5 minutos de caudal**

Se comienza con calentar a temperatura de ebullición 50 mL de agua en una parrilla eléctrica.

Posteriormente se introdujo el vaso de precipitado dentro del sonicador, para subsecuentemente; ser goteada la solución a un caudal de 0,2 mL por minuto, mientras se mantienen las condiciones ultrasónicas.

Continuando con sonicar durante 10 minutos más la muestra.

Finalmente se llevaron a frascos ámbar para ser caracterizadas.

### **3.1.7 Síntesis de nanopartículas de *Allium cepa* 10 minutos de caudal**

Se comienza con calentar a temperatura de ebullición 50 mL de agua en una parrilla eléctrica. Posteriormente se introdujo el vaso de precipitado dentro del sonicador, para subsecuentemente; ser goteada la solución a un caudal de 0,1 mL mientras se mantienen en condiciones ultrasónicas, con la atuda de un soporte universal y una pipeta volumétrica.

Continuando con un baño sónico con una duración 10 minutos más a la muestra, usualmente en un soporte, o bien utilizando el sonicador con la cantidad justa de agua para de esta manera lograr mantenerlo vertical sin verter el agua desionizada en el agua de operación.



Fig. 3.3 Aplicación de baño sónico

- Finalmente se llevó a frascos ámbar para ser caracterizado.

### **3.1.8 Síntesis de nanopartículas de *Allium cepa* 15 minutos de caudal**

- Se comienza con calentar a temperatura de ebullición 50 mL de agua en una parrilla eléctrica.
- Posteriormente se introdujo el vaso de precipitado dentro del sonicador, para subsecuentemente; ser goteada la solución a un caudal de 1.3mL cada 2 minutos de mientras se mantienen en condiciones ultrasónicas.
- Continuando con sonicar durante 5 minutos. Esto debido a recomendaciones inherentes al sonicador.
- Finalmente se lleva a frascos ámbar el producto para ser caracterizado.

### **3.1.9 Síntesis de nanopartículas de *Allium cepa* 20 minutos de caudal**

- Se comienza con calentar a temperatura de ebullición 50 mL de agua en una parrilla eléctrica.
- Posteriormente se introdujo el vaso de precipitado dentro del sonicador, para subsecuentemente; ser goteada la solución a un caudal 0,2 cada 2 minutos mientras se mantienen en condiciones ultrasónicas.
- Finalmente se llevaron a frascos ámbar para ser caracterizadas.

En este caso no se le da un baño ultrasónico, por recomendaciones.

### **3.1.10 Metodología general caracterización de UV-vis**

instrumento: Realizar una calibración utilizando una solución de referencia o de 1.

Preparación de la muestra: Preparar la muestra adecuadamente es crucial para obtener mediciones precisas y confiables. La muestra debe estar correctamente disuelta en un solvente apropiado y colocado en una célula de cuarzo o de plástico.

2. Configurar el espectrofotómetro: Asegurarse de que el instrumento esté ajustado adecuadamente para la medición de nanopartículas. Ajustar las configuraciones necesarias, como la longitud de onda de la luz utilizada, la velocidad de barrido, la temperatura, etc.

3. Calibrar el blancos para corregir cualquier fuente de señales de ruido o fondo.

4. Medir la absorbancia: Registrar la absorbancia del espectro de la muestra en el rango de longitud de onda adecuado.

5. Obtener el espectro de absorbancia: Construir el espectro de absorbancia a partir de la serie de mediciones de absorbancia obtenidas.

6. Analizar los resultados: Interpretar el espectro obtenido y analizar las características de las nanopartículas, como su tamaño, forma, concentración, dispersión, entre otros.

Es importante tener en cuenta que las nanopartículas pueden presentar ciertas complicaciones de medición, como la presencia de agregados y el efecto de la dispersión en el solvente, lo que puede afectar la absorción de la luz. Por lo tanto, se recomienda realizar mediciones de referencia y realizar análisis complementarios para obtener una mejor comprensión de las propiedades de las nanopartículas.

### **3.1.11 Metodología de caracterización por espectroscopía UV-vis**

Las muestras de las nanopartículas de *Allium cepa* sintetizadas en el presente proyecto con condiciones de síntesis distintas se caracterizaron mediante la técnica de espectroscopía UV-Vis, con el equipo espectrofotómetro PerkinElmer Lambda 35, en una región de 200 a 700 nm de longitud de onda.

Las muestras que fueron sintetizadas con una semana de reposo de polvo de *Allium cepa* mostraron

### **3.2 Control**

Es vital llevar de la mano una bitácora con el proyecto buscando monitorear los parámetros para la obtención exitosa del resultado esperado. Continuar con el control que permite obtener resultados favorables del proyecto.

- Bitácora donde se llevaron registros en el laboratorio de nanotecnología.
- Redacción y revisión de reportes constantes al asesor académico.
- Repetición de los experimentos donde hubo resultados insatisfactorios.

- Pruebas con tratamiento térmico.
- seguimiento de las actividades semanales dictaminadas en el diagrama de Gantt anteriormente mostrado.
- Comunicación con las asesoras; industrial y académico.

La comunicación constante con los asesores resulta en un mejor desempeño, debido a las constantes rectificaciones que se dan a lo largo del proceso de experimentación, puesto que su amplia experiencia en múltiples áreas de las ciencias concluyen en una sinergia óptima para el desarrollo del proyecto.

### **3.3 Cierre**

Antes de la entrega final, hay algunas actividades que se llevaron a cabo para la exhaustiva revisión y de esta manera asegurarse de que cada detalle de la presente investigación se encuentre en orden. En primer lugar, se revisó todo el reporte; fue organizado de una manera clara y concisa para evitar ambigüedades o jerga innecesaria y en esta forma esté listo el mismo para ser presentado.

Esto incluyó revisar y corregir cualquier error ortográfico o gramatical, así mismo; verificar el que todos los datos sean precisos y actualizados. Continuando, se llevó una extenuante revisión de todas las referencias bibliográficas en el trabajo realizado, a su vez; de las pruebas, además evidencias obtenidas. Esto resulta en demostrar la calidad del trabajo realizado y su impacto en futuras investigaciones.

Finalmente; fue revisado que el formato se llevara al pie de la letra, hasta el más mínimo detalle, se llevaron a cabo algunas revisiones exclusivamente para perfeccionar el seguimiento de la uniformidad necesaria para validar el presente reporte de estadía.

---

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

---

### 4.1 Resultados y discusión

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a lo largo de la estandarización del método de síntesis de nanopartículas de *A. cepa* argumentando las variables utilizadas durante el marco experimental.

#### 4.1.1 Caracterización de las nanopartículas de *Allium cepa* por espectroscopía UV-Vis

Se caracterizaron las nanopartículas de *Allium cepa* mediante espectroscopia ultravioleta visible, en un intervalo de longitud de onda desde 700 a 200 nm. En las figuras que serán mostradas se presenta el espectro de absorción UV-Vis correspondiente a las nanopartículas con distintos tiempos de reposo en el solvente orgánico volátil y diferentes caudales de goteo/sonicación.

A diferencia de la literatura encontrada (Kumar et al, 2020) las bandas de absorción obtenidas fueron muy distintas se encontraron estas mismas entre 200 y 350, mientras que las obtenidas por el artículo donde se tomó la síntesis antes mencionando, fue de 765 nm, esto podría ser dado a varias causalidades, principalmente condiciones ambientales; como la presión atmosférica, la temperatura ambiental, humedad relativa y demás factores relevantes. A su vez es un indicador claro de un menor tamaño de las nanopartículas respecto de las sintetizadas en la literatura, lo anteriormente descrito se puede apreciar en las siguientes figuras, además de ser descrita más detalladamente.

#### 4.1.2 Nanopartículas de *Allium cepa* con una semana de reposo

Comenzando con la muestra de NPs sintetizadas de la disolución de una semana de reposo con 5 minutos de goteo con baños ultrasónico (figura 4.1), esta misma mostró una banda de absorción clara a los 200 nm relacionada con el dimetil sulfóxido, por otra parte, una banda de absorbancia ligeramente clara entre 230 y 250. Más hacia el orden del UV que la referencia, esto nos podría indicar, como se mencionó anteriormente; como un indicador del tamaño de las nanopartículas, que al tener una banda de absorción más hacia el orden del ultravioleta serán más pequeñas que de las que se encuentren hacia la luz visible. Mostrando bandas de absorción similares en todos los caudales de goteo.

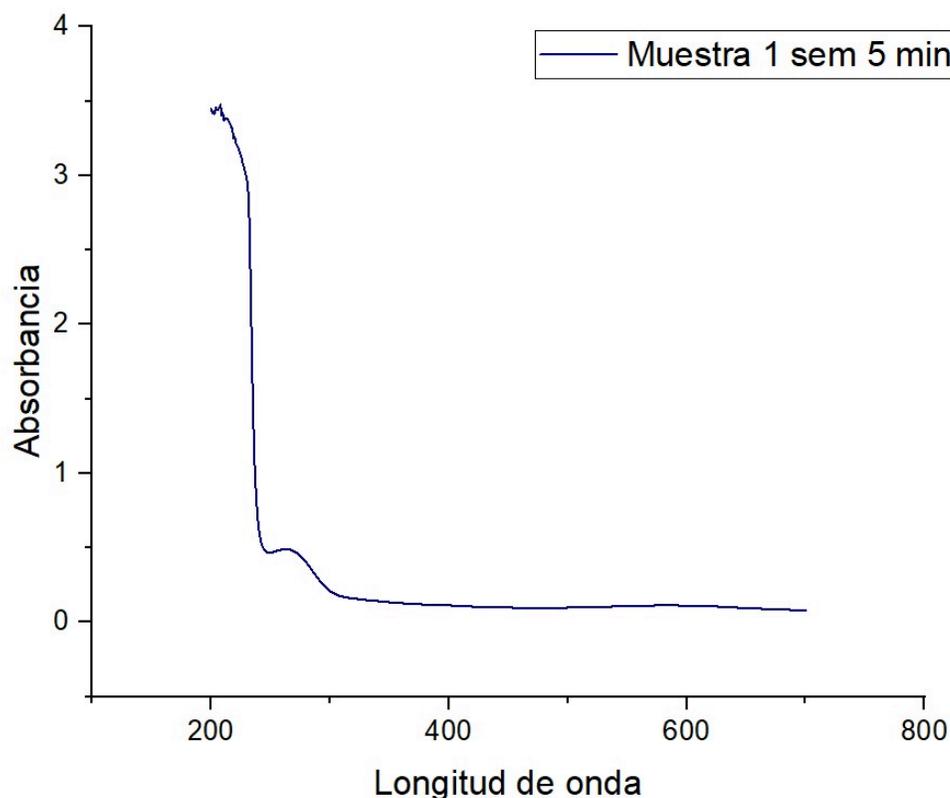


Fig. 4.1 Espectro de Nps de la disolución con una semana de reposo de la disolución y 5 minutos de goteo

### 4.1.3 Nanopartículas de *Allium cepa* con dos semanas de reposo

Continuamos con la muestra de nanopartículas sintetizadas a partir de la disolución reposada durante dos semanas con el tiempo de goteo de 1 mL sobre 5 minutos en condiciones ultrasónicas (figura 4.2), el cual da como resultado una banda de absorción ligeramente más débil aunque exactamente en la misma longitud de onda, esto nos sugiere que el tiempo de reposo no ha sido fuertemente un aspecto a considerar, puesto que la aglomeración de las partículas en la solución precursora se podrían estar presentando por el tiempo, al igual que los caudales de goteo, los mismo que han resultado casi idénticos entre sí.

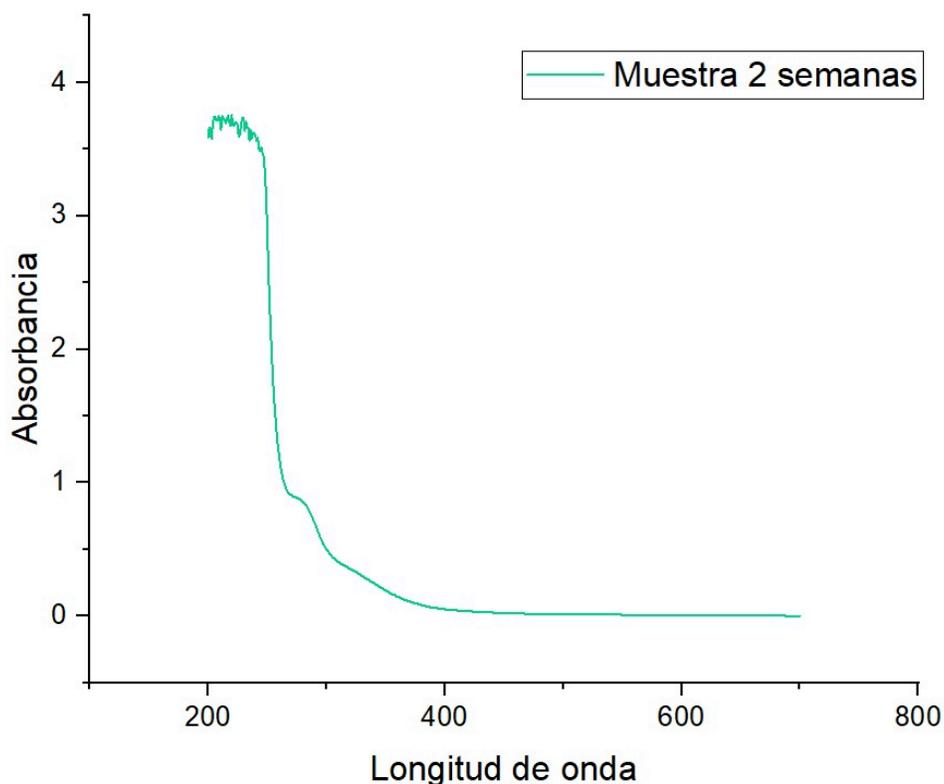


Fig. 4.2 Espectro de Nps de la disolución reposada durante 2 semanas.

#### 4.1.4 Nanopartículas de *Allium cepa* con 4 semanas de reposo

Consecuentemente encontramos ahora con el espectro realizado a la muestra de nanopartículas a partir de la solución reposada durante 4 semanas y con un tiempo de goteo de 1 mL de la solución en 5 minutos (figura 4.3). Esta muestra un aspecto contundente, pues este parece aglomerarse a causa del tiempo, puesto que se corre unos 100 nm hacia la longitud de onda cercana a la luz visible, por el principio que se mencionó anteriormente. En este caso el goteo sí representó una variable importante, como se mostrará más adelante.

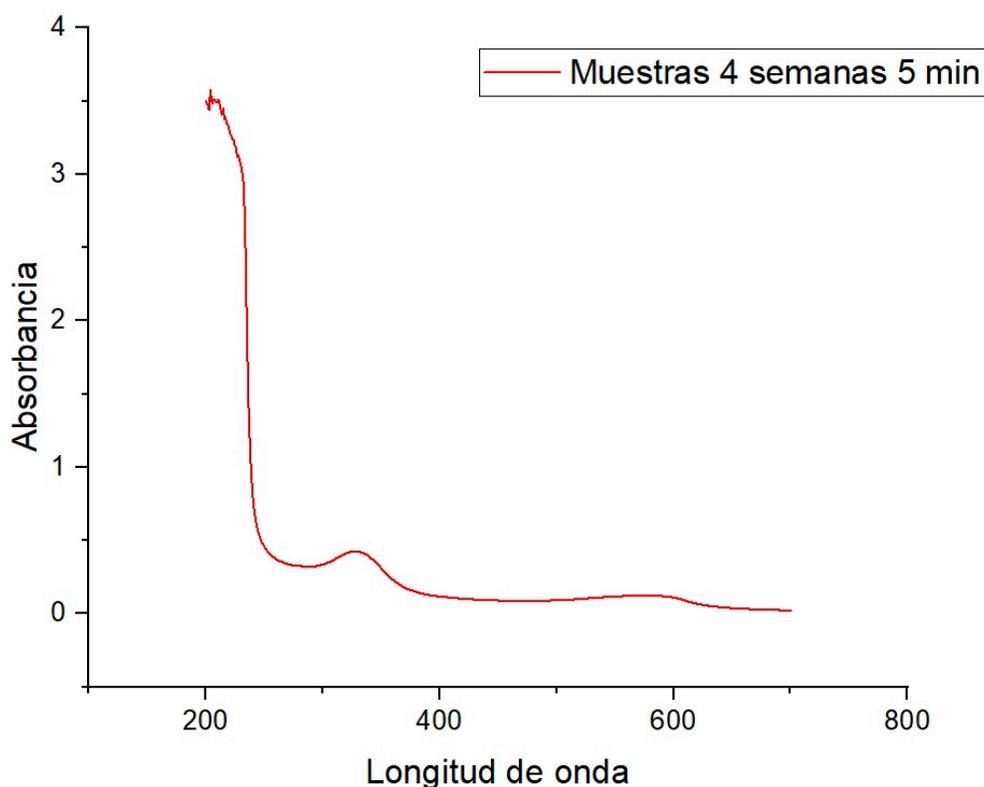


Fig. 4.3 Espectro de Nps de la disolución reposada durante 4 semanas y 5 minutos de goteo

#### 4.1.5 Nanopartículas de *Allium cepa* con diferentes tiempos de goteo

Finalmente en las figuras 4.4 y 4.5 dan testimonio de lo anteriormente escrito, en este caso en caudales mayores; hubo una ausencia de la banda de absorción anteriormente característica de las nanopartículas de los componentes de *Allium cepa*, mostrando únicamente el pico atribuido al disolvente que se encuentra en 200 nm.

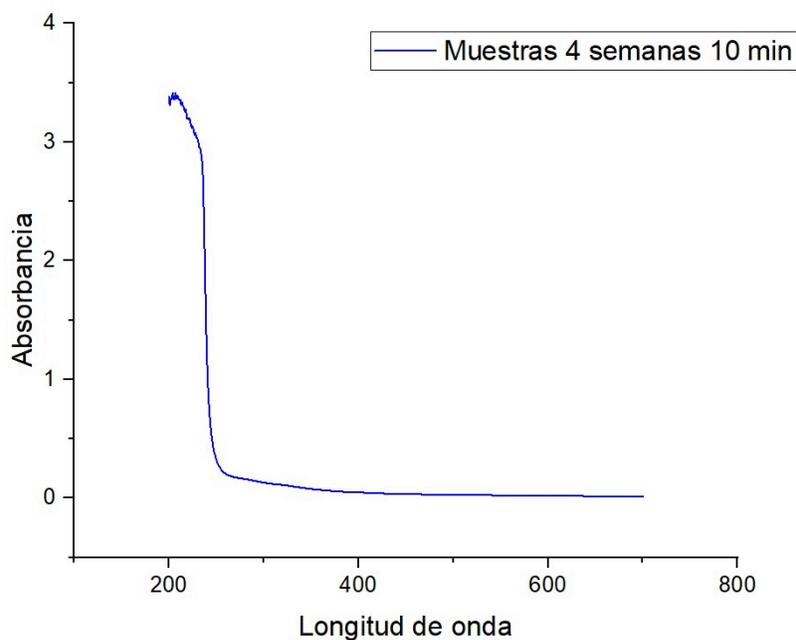


Fig. 4.4 muestra de NPs de la solución reposada durante 4 semanas y 10 minutos de goteo.

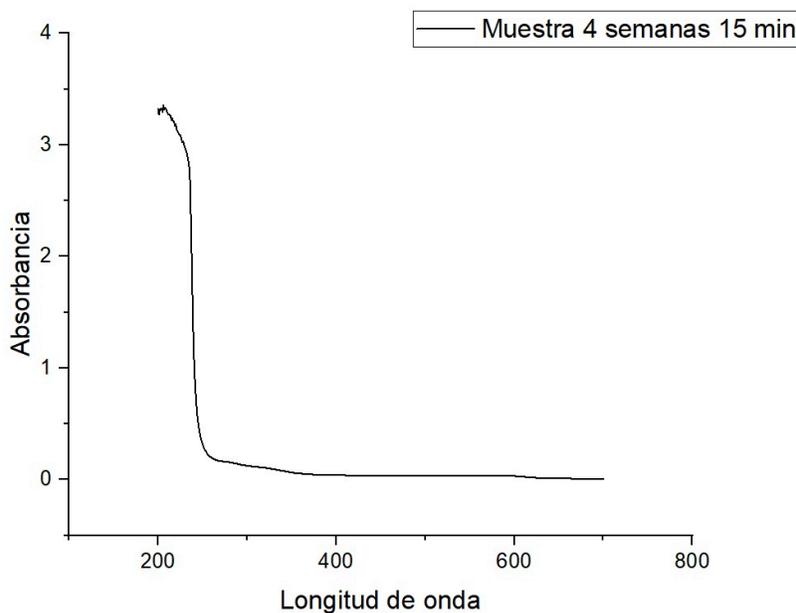


Fig. 4.5 muestra de NPs reposada durante 4 semanas y 15 minutos de goteo

Mediante las pruebas realizadas utilizando espectroscopia UV-vis podemos concluir parcialmente que el reposo de la disolución de polvo de cebolla en dimetil sulfóxido, al contrario de retribuir en la correcta síntesis de nanopartículas de los componentes de cebolla, es contraproducente si se busca tener partículas de un tamaño menor. Además de ser igualmente desfavorecedor si se busca una estabilidad, puesto que las últimas muestras presentadas se encontraron muy sensibles ante mayor tiempo de baño sónico.

Por el contrario resulta ser que el reposo de una semana de la disolución precursora es el tiempo óptimo para tener resultados óptimos en el tamaño de las partículas, mientras que; como se ha descrito anteriormente, el tiempo de goteo en las primeras semanas no representa un cambio considerable, aunque para fines prácticos se recomienda utilizar un goteo de 5 minutos, por cuestiones de tiempo.

## 4.2 Conclusiones

Las bandas de absorción características de las partículas de *Allium cepa* que presentan las muestras a diferentes tiempos de reposo permiten determinar que esta variable es fundamental en el proceso de síntesis de la nanopartículas de *Allium cepa*. Por otro lado, la variable de velocidad de goteo es una variable no determinante en la síntesis antes mencionada.

Los resultados obtenidos hasta el momento han permitido de forma parcial identificar las variables de control de mayor eficiencia y reproducibilidad de la síntesis de partículas *Allium cepa* a escala micrométrica y no nanométrica como se pretendía.

Entonces las condiciones óptimas para la síntesis de nanopartículas que se han encontrado en la presente investigación, son las que se presentan a continuación:

- Tiempo de reposo de disolución de polvo de cebolla en DMSO: 1 semana
- Caudal de goteo de solución sobre agua: 1mL/5min
- Tiempo de baño sónico posterior al goteo: 10 minutos

### **4.3 Recomendaciones**

La recomendación más clara es la de llevar a cabo más investigaciones, la presente se vio limitada por la falta de equipos, habría sido más contundente en cuanto a resultados, contando con pruebas de FT-IR para de esta manera comprender más los componentes presentes en las nanopartículas, a su vez micrografías electrónicas de barrido darían como resultado una notoria forma de descubrir más a fondo su diámetro y tamaño. Mas investigaciones al respecto de sus posibles aplicaciones, así como la de implementarlas en productos finales tendrá connotaciones benéficas para humanidad, debido a su naturaleza orgánica y disponibilidad de los componentes necesarios para su producción. Se tiene que hacer hincapié en la aplicación en la hemostasia humana, uno de las problemáticas en las que se tiene que trabajar en los accidentes de topo tipo.

---

## REFERENCIAS

---

Anselmo, AC y Mitragotri, S. (2016). Nanopartículas en la clínica. *Bioingeniería y medicina traslacional* , 1 (1), 10-29.

<https://aiche.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/btm2.10003>

Azcona, Á. C. (2016). La cebolla, una aliada para tu salud.

<https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2016-11-17-carbajal-cebolla-2016.pdf>

Belmont, R. M., Juárez, R. A. N., Moctezuma, H. E. F., & Ocampo, M. M. (2003). Hongos y nematodos en raíces y bulbos de cebolla (*Allium cepa* L.) en el estado de Morelos, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(3), 300-304.

Bernal, O. S. P., Mantilla, M. E. T., & Mesa, M. T. G. (2013). Estandarización del control de calidad en el laboratorio de hemostasia. *Revista Cubana de Angiología y Cirugía Vasculat*, 14(2).

Coloma Gómez, D, C,(2015) Elaboración De Un Gel A Base Del Extracto De Cebolla (*Allium Cepa* L.) Para Aliviar Y Cicatrizar Quemaduras De Primero Y Segundo Grado Superficial [Para Obtener El Grado De Ingeniería Química] Universidad Central Del Ecuador <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5983/1/T-UCE-0017-151.pdf>

Cubas, J. M., Pimentel, R. G. C., Merlín, I. E. M., & Martínez, E. S. M. (2018). La espectroscopia UV-Vis en la evaluación de la viabilidad de células de cáncer de mama. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(2), 7.

Everardo Zamora. (junio 2016). El cultivo de la cebolla. Hermosillo, Sonora, Mexico. Universidad de Sonora Recuperado de <https://dagus.unison.mx/Zamora/CEBOLLA-DAG-HORT-015.pdf>

Forster, H. (2004). UV/vis spectroscopy. *MOLECULAR SIEVES SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 4, 337-426.

García Rico, R. y Herrera Arias, FC (2007). Evaluación de la inhibición del crecimiento de cinco cepas bacterianas patógenas por extractos acuosos de *Allium sativum*, *Allium fistulosum* y *Allium cepa*: estudio preliminar in vitro. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 5 (2), 68-79.  
<https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=90350207>

Gallo Poma, J. N. (2017). Propuesta de un modelo de Estandarización de procesos productivos a una asociación de Mypes del sector calzado en Lima para poder abastecer pedidos de grandes volúmenes logrando la mejora de la competitividad a través de la aplicación de la Gestión por procesos.

Goerne, T. M. L., Ortiz, E., Esquivel, D., & Martínez-González, C. L. (2011, January 1). Nanomedicina: Aplicación en enfermedades neurológicas. ResearchGate.  
[https://www.researchgate.net/publication/282730014\\_Nanomedicina\\_Aplicacion\\_en\\_enfermedades\\_neurologicas](https://www.researchgate.net/publication/282730014_Nanomedicina_Aplicacion_en_enfermedades_neurologicas)

Hasan, S. (2015). Una revisión sobre las nanopartículas: su síntesis y tipos. *Res. J. Ciencia reciente*, 2277, 2502.

[https://www.researchgate.net/profile/SabaHasan/publication/273203342\\_A\\_Review\\_on\\_Nanoparticles\\_Their\\_Synthesis\\_and\\_Types/links/54fb49ff0cf270426d0dcb29/A-Review-on-Nanoparticles-Their-Synthesis-and-Types.pdf](https://www.researchgate.net/profile/SabaHasan/publication/273203342_A_Review_on_Nanoparticles_Their_Synthesis_and_Types/links/54fb49ff0cf270426d0dcb29/A-Review-on-Nanoparticles-Their-Synthesis-and-Types.pdf)

Koch H, Lawson D. (1996) *Garlic: The Science and Therapeutic Application of Allium sativum L. and Related Species*, 2nd edn. Williams & Wilkins: Baltimore, Maryland.

Kumar, R., Nandwani, S., S., & Kaushik, S. (2020). Green synthesized *Allium cepa* nanoparticles with enhanced antiprotozoal activities for *E. gingivalis*. *Chemical*

250. <http://pubs.iscience.in/journal/index.php/cbl/article/view/1030>

Lanzotti, V. (2006). The analysis of onion and garlic. *Journal of chromatography A*, 1112(1-2), 3-22.

Lira Saldivar, R. H., Méndez Argüello, B., Santos Villarreal, G. D. L., & Vera Reyes, I. (2018). Potencial de la nanotecnología en la agricultura. *Acta universitaria*, 28(2), 9-24.

Pareek, S., Sagar, NA, Sharma, S. y Kumar, V. (2017). Cebolla (*Allium cepa* L.). En Fitoquímicos de frutas y verduras, EM Yahia (Ed.). <https://doi.org/10.1002/9781119158042.ch58>

Patricia Smichowski, Darío R. Gómez. (2023) An overview of natural and anthropogenic sources of ultrafine airborne particles: analytical determination to assess the multielemental profiles. *Applied Spectroscopy Reviews* 0:0, pages 1-27. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10473289.2005.10464656>

Piccolo, M., Aceto, M., & Vitorino, T. (2018). UV-Vis spectroscopy. *Physical sciences reviews*, 4(4), 20180008.

Rodríguez, M. G., Chávez, R. S. M., Cortés, P. A., & Saavedra, A. L. (2003). efecto del dimetilsulfóxido en el peso fresco de rábano y betabel. *Agrociencia*, 37(3), 237-240.

Martínez, R. A., & Alamar, V. O. (2012). Dermatitis de contacto por dimetil sulfóxido. *Enfermería Dermatológica*, 6(16), 42-44.

Rojas-Aguirre, Y., Aguado-Castrejón, K., & González-Méndez, I. (2016). La nanomedicina y los sistemas de liberación de fármacos: la (r) evolución de la terapia contra el cáncer?. *Educación química*, 27(4), 286-291.

Samaniego, J., & Trujillo, E. (1989). Estandarizacion de tecnicas de laboratorio para el manejo de semillas de *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora*. In *Memorias Del Simposio* (p. 273). Bib. Orton IICA/CATIE.

Sánchez Moreno, M. (2017). Nanopartículas de plata: Preparación, caracterización y propiedades con aplicación en inocuidad de los alimentos.

Swarupananda M\*, Saumyakanti G, Subhasis M and Bijaya G. (2019). A Brief Review on Therapeutic Potential of Nanocarrier Systems Against Breast Cancer. *Journal of Biomolecula Research & Therapeutics*, 9(3), 1–4. <https://doi.org/10.35248/2167-7956.20.9.174>

Tafur García, S. A. (2022). Estandarización y validación de técnicas analíticas para el laboratorio de calidad de agua de la Universidad del Magdalena.

Valencia Sandoval, K., & Zetina Espinosa, A. M. (2017). La cebolla mexicana: un análisis de competitividad en el mercado estadounidense, 2002-2013. *Región y sociedad*, 29(70), 133-153.

Viol, L. C. D. S., Silva, F. O., Ferreira, D. L., Alves, J. L. A., & Schiavon, M. A. (2011). Precipitação seletiva de tamanhos em nanopartículas semicondutoras coloidais de CdTe e CdSe: um estudo por espectroscopia UV-VIS. *Química Nova*, 34, 595-600.