

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIA DE ALIMENTOS**



**“ENCAPSULACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE NARANJA
(*Citrus sinensis spp.*) MEDIANTE INCLUSIÓN MOLECULAR,
LIBERACIÓN CONTROLADA Y ESTABILIDAD OXIDATIVA”**

Presentada por:

DIANA MARÍA NOLAZCO CAMA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN CIENCIA DE ALIMENTOS**

Lima- Perú

2024

ENCAPSULACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE NARANJA (*Citrus sinensis* spp.) MEDIANTE INCLUSIÓN MOLECULAR, LIBERACIÓN CONTROLADA Y ESTABILIDAD OXIDATIVA

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

Fernando Vargas, PhD.
15-07-24

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	eprints.uanl.mx Fuente de Internet	1%
4	Diana Nolazco–Cama, Angeles Sánchez-Contreras, Lena Tellez-Monzón, Luis Vargas-Delgado, Luis Condezo-Hoyos. "Influence of essential oil: cyclodextrin ratio and stirring rate on physicochemical characteristics of orange essential oil: β -cyclodextrin microparticles", <i>CyTA - Journal of Food</i> , 2023 Publicación	1%
5	catarina.udlap.mx Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIA DE ALIMENTOS**

**“ENCAPSULACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE NARANJA
(*Citrus sinensis spp.*) MEDIANTE INCLUSIÓN MOLECULAR,
LIBERACIÓN CONTROLADA Y ESTABILIDAD OXIDATIVA”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
DOCTORIS PHILOSOPHIAE**

**Presentada por:
DIANA MARÍA NOLAZCO CAMA**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

**Dr. Eduardo Morales Soriano
PRESIDENTE**

**Ph.D. Fernando Vargas Delgado
ASESOR**

**Dr. Luis Condezo Hoyos
COASESOR**

**Dra. Bettit Salvá Ruiz
MIEMBRO**

**Dr. Américo Guevara Pérez
MIEMBRO**

**Dra. María De los Ángeles Sánchez Contreras
MIEMBRO EXTERNO**

RESUMEN

Se ha reportado que el aceite esencial de naranja (AEN) presenta numerosas propiedades biológicas, despertando interés para diversas aplicaciones alimentarias. Con el fin de preservar sus propiedades, el AEN debe ser encapsulado de forma eficaz; y en ese sentido, una matriz encapsulante prometedora es la beta-ciclodextrina (β -CD). En esta investigación se optimizó los parámetros de la velocidad de agitación, tiempo de agitación y ratio AEN: β -CD y se maximizaron la retención y la eficiencia de atrapamiento. Otras características evaluadas fueron la cantidad de aceite total, cantidad de aceite superficial, retención de aceite, eficiencia de atrapamiento, rendimiento del proceso, composición, morfología, espectroscopía infrarroja, potencial zeta, e índice de polidispersidad. Además, se estudió al mejor encapsulado, el comportamiento de liberación con los modelos de orden cero, primer orden, Higuchi, Korsmeyer-peppas y Avrami en medio acuoso a diferente pH, y la estabilidad oxidativa mediante pruebas aceleradas a 80, 100 y 120°C. Se evidenció que el ratio fue la variable con mayor significancia en comparación a la velocidad y tiempo de agitación. La máxima retención de aceite (79.4 %) y eficiencia de atrapamiento (95.7 %) se alcanzó con 700 r/min de velocidad de agitación, 150.6 min de tiempo de agitación y un ratio igual a 0.15 (AEN: β -CD). La encapsulación retuvo 97.1% de limoneno, 0.31% de sabineno, 1.55% de β -mirceno y 0.44% de β -linalol, con un diámetro promedio de 426.9 nm, un índice de polidispersidad de 0.282 y un potencial zeta igual a -20.38 mV. En el perfil de liberación se apreció una mayor liberación del limoneno a condiciones ácidas (pH 3.2 y 4.3) a diferencia de la liberación en agua destilada, con un mejor ajuste al modelo Higuchi y Avrami. Los parámetros cinéticos demostraron un mecanismo de liberación Fickiana en el pH de 3.2 y una combinación de mecanismos a un pH 4.3 y agua destilada. Los encapsulados demostraron una alta estabilidad oxidativa a temperaturas de 80, 100 y 120°C en comparación al AEN sin encapsular. Debido a la mayor retención de aceite, eficiencia de atrapamiento, liberación controlada, y alta estabilidad se propone su potencial como conservante natural de alimentos.

Palabras clave: complejos de inclusión, velocidad, agitación, ratio, limoneno, cinética.

ABSTRACT

It has been reported that orange essential oil (OEO) has various biological properties, arousing interest in various food applications. To preserve its properties, OEO must be effectively encapsulated; and in that sense, a promising encapsulating matrix is beta-cyclodextrin (β -CD). In this research, the parameters of stirring speed, stirring time, and OEO: β -CD ratio were optimized, and the retention and entrapment efficiency were maximized. Other characteristics evaluated were: the amount of total oil, amount of surface oil, oil retention, entrapment efficiency, process yield, morphology, infrared spectroscopy, zeta potential, and polydispersity index. In addition, the release behavior was studied at optimized encapsulate with the zero-order, first-order, Higuchi, Korsmeyer-peppas, and Avrami models in aqueous medium at different pH, and the oxidative stability by accelerated test at 80, 100, and 120 °C. It was evident that the ratio was the variable with the greatest significance compared to the stirring speed and time of agitation. The highest oil retention (79.4%) and entrapment efficiency (95.7%) were achieved with 700 r/min stirring speed, 150.6 min stirring time, and a ratio equal to 0.15 (OEO: β -CD). The encapsulation retained 97.1% of limonene, 0.31% of sabinene, 1.55% of β -myrcene, and of 0.44% β -linalool, with a mean diameter of 426.9 nm, a polydispersity index of 0.282, and a zeta potential equal to -20.38 mV. In the release profile, a greater release of limonene was observed at acidic conditions (pH 3.2 and 4.3) unlike the release in distilled water, with a better fit to the Higuchi and Avrami model. The kinetic parameters demonstrated a Fickian release mechanism at pH 3.2 and a combination of mechanisms at pH 4.3 and distilled water. The encapsulations demonstrated high oxidative stability at temperatures of 80, 100, and 120°C compared to the unencapsulated OEO. Due to its high oil retention, entrapment efficiency, controlled release, and oxidative stability, its potential as a natural food preservative is proposed.

Keywords: inclusion complexes, speed, agitation, ratio, limonene, kinetic.