



TITULO: “ Desarrollo de tecnologías no
convencionales para la conservación no térmica de
arándanos
(*Vaccinium spp*)”

Doctorado en Ciencias Exactas e Ingeniería



Tesista:

Ing. Qca. Campero Eliana Vanesa

Directores:

Dra. Ing. Barrionuevo María Julia

Dra. Gómez Marigliano Ana Clelia

Objetivos

General

- Desarrollar un método de conservación de arándanos aplicando nuevas tecnologías que permitan mantener las cualidades nutricionales y funcionales de la fruta, de manera amigable con el medioambiente. Estudiar la factibilidad económica del método propuesto.

Específicos



- Investigar la composición de las especies de arándanos que se producen en la región. 
- Evaluar nuevas metodologías de conservación, que mantengan los parámetros nutricionales dentro de los valores recomendados. 
- Desarrollar un prototipo de equipamiento para aplicar el tratamiento propuesto. 
- Realizar estudios de factibilidad económica del método propuesto. 
- Evaluar las ventajas de dicha técnica de conservación respecto de las convencionales tanto desde el punto de vista de los parámetros nutricionales y funcionales como de la factibilidad económica. 

Desarrollos preliminares

- 1. Estudio de la calidad de los arándanos sometidos a luz UV y de los beneficios del método de conservación propuesto.
- 2. Estudio de la lámpara.
- 3. Diseño del prototipo: a nivel planta piloto
- 4. Construcción del prototipo

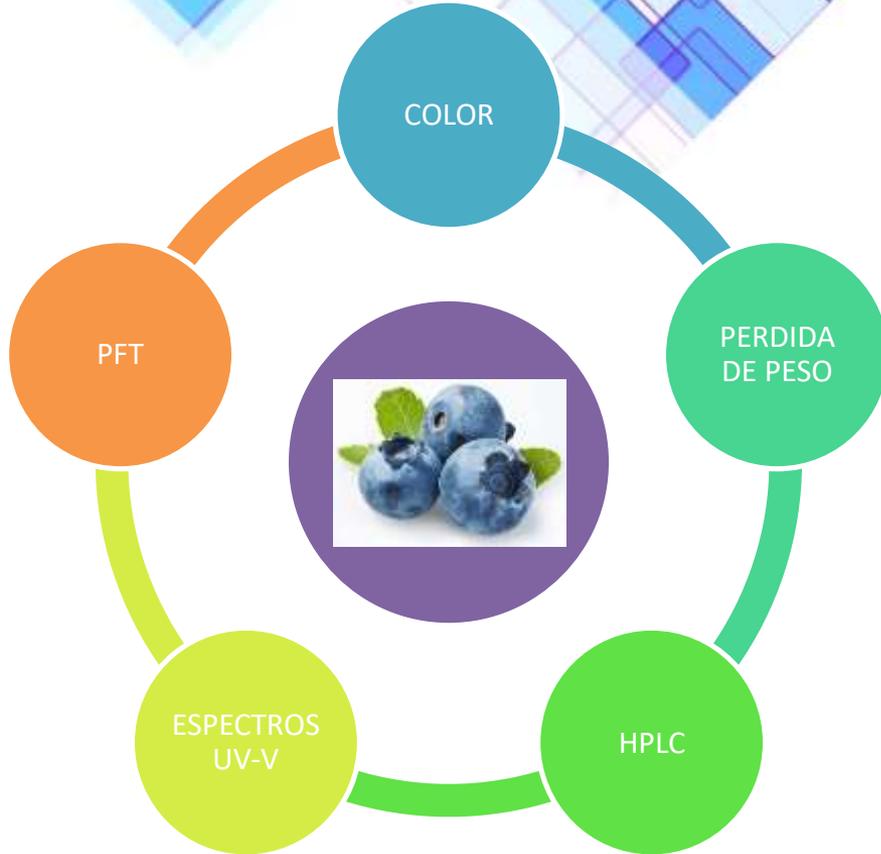


1- A partir del método propuesto :



Se investigó :

- ❖ La calidad de los arándanos sometidos a luz UV: Analizando la pérdida de peso (PP), el contenido de polifenoles totales (PFT), las propiedades ópticas y los espectros UV-visible del fruto antes y después de la aplicación del método.
- ❖ La composición y la evolución temporal de las mismas en las especies de arándanos, mediante técnicas cromatografías (HPLC), UV-visible y color de fruta antes y después de la aplicación del método.



Firmeza

° Bx



HITACHI U-1900



HPLC-Agilent 1200 serie infinita.

Columna: C18 (Phenomenex)

F. Móvil: Acetonitrilo al 1%

T_{columna}: 35 °C

F: 1.3 ml / min

T_{muestra}: 4 ° C

V_{inyección}: 20 ul.



Espectrofotómetro CM-600d de
detección Konica Minolta

T_{prom} = 14° C
H = 70%
P_{atm} = 978 hPa

0 días- 3 días – 7 días

Materiales y métodos

Se utilizó muestra de arándanos de la variedad (Jewell) proporcionada por Tierra de Arándanos, Orán, Monteros, Tucumán.

Se dividieron en muestras representativas idénticas:

Se trabajo con Fruto completo

- 1 – Muestra sin radiación en el momento 0 ($t = 0$). (Testigo). **(FCN0)**
- 2 – Muestra sin radiación Conservada a temperatura ambiente y a 4°C evaluada a los 3 días y 7 días. **(FCN3), (FCN7)**
- 3 – Muestra irradiada con radiación UV pulsada de 254 nm medida en el tiempo 0. **(FCI0)**
- 4 – Muestra irradiada con radiación UV pulsada de 254 nm medida a los 3 días y 7 días. . **(FCI3), (FCI7)**

Aclaración:

FCN: Fruto completo natural o sin radiacion

FCI: Fruto completo irradiado

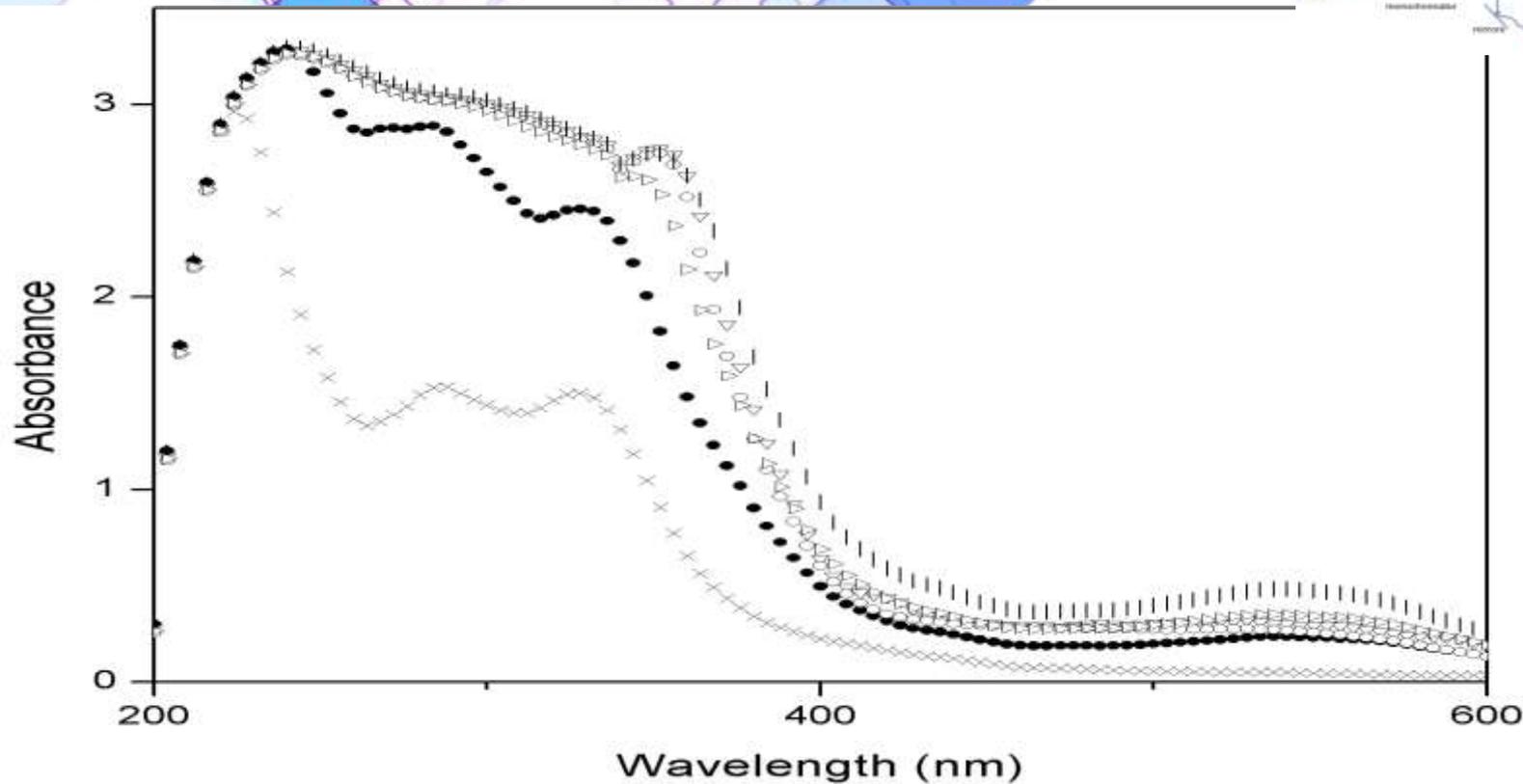
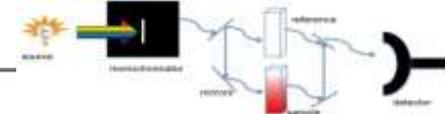


Figura 1. Espectros UV-Vis : FCN (0 días) (∇); FCN (3 días) (\bullet); FCN (7 días) (\times); FCI (0 días) (\circ); FCI (3 días) ($|$); FCI (7 días) (\blacktriangleright).

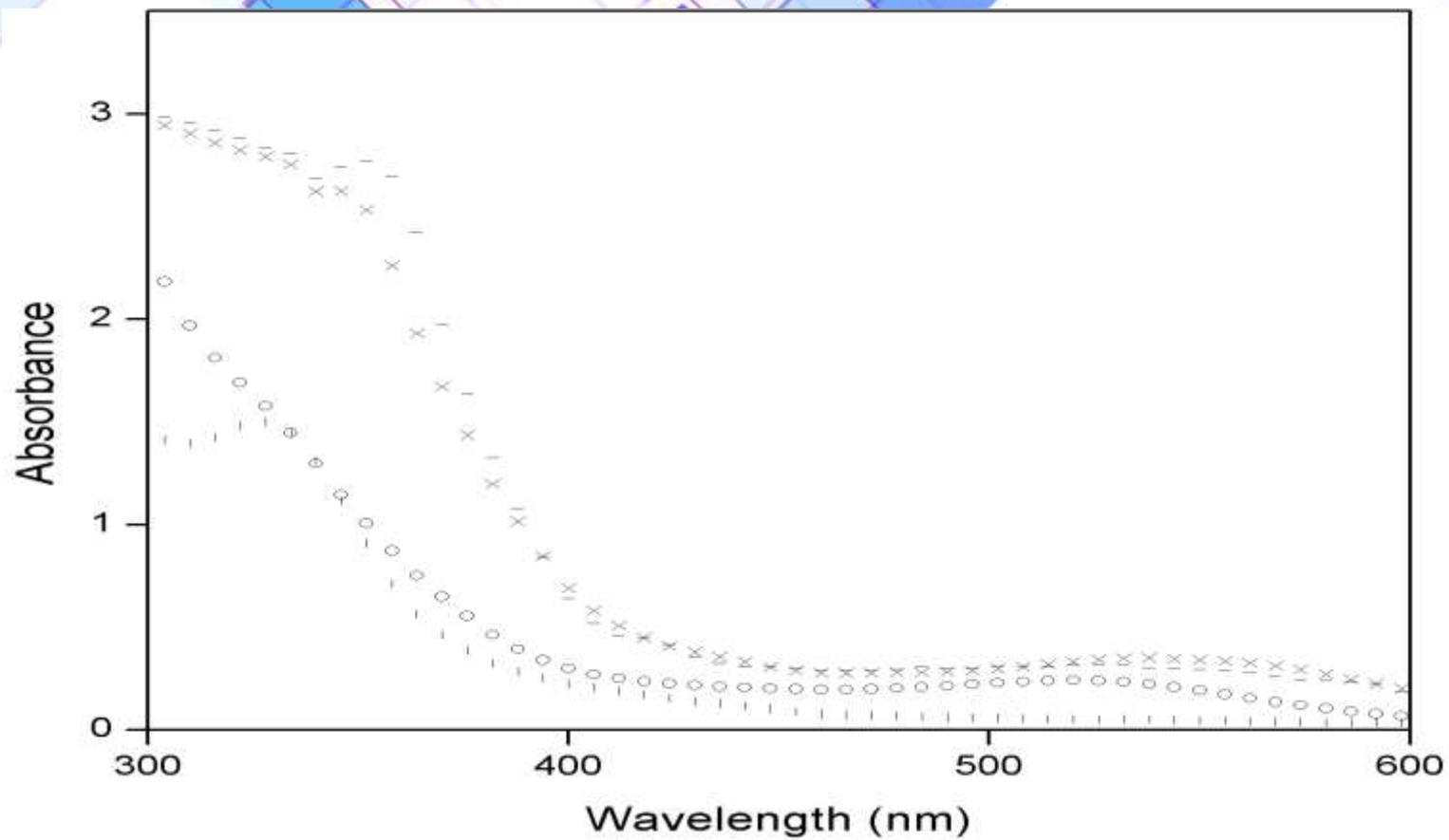


Figura 2. Espectros de UV-Vis : FCN (0 días) (—); FChel (7 días) (o);FCN (7 días) (|);FCI (7 días) (X).

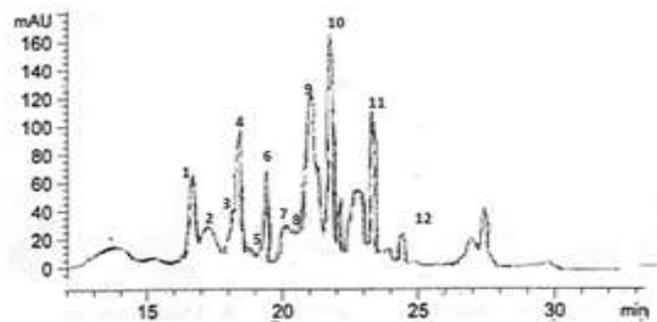


Fig. 3. Cromatograma HPLC de extracto de FCN (0 días)

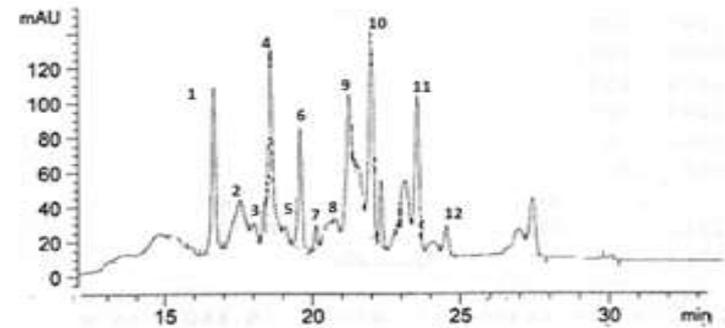


Fig. 4. Cromatograma HPLC de extracto de FCI (0 días)

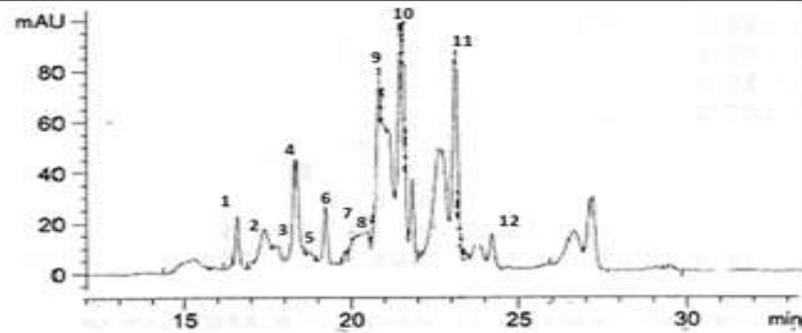


Fig. 5. Cromatograma HPLC de extracto de FCN (3 días)

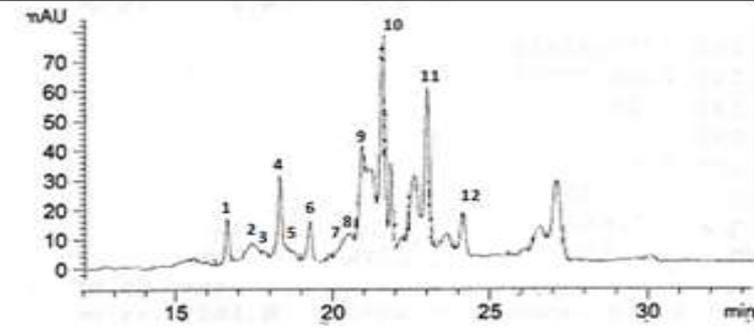


Fig. 6. Cromatograma HPLC de extracto de FCI (3 días)

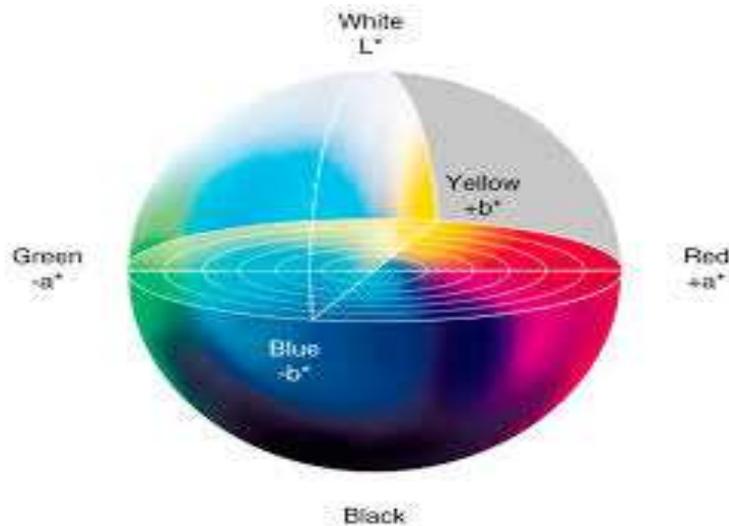
Componentes

1	Delphinidin-3-galactoside
2	Delphinidin-3-glucoside
3	Cyanidin-3-galctoside
4	Delphindin-3-rabinoside
5	Cyanidin-3-glucoside
6	Petunidin-3-galactoside
7	Cyanidin-3-arabinoside
8	Petunidin-3-glucoside
9	Peonidin-3-galactoside
10	Petunidin-3-arabinoside
11	Peonidin-3-glucoside
12	Malvidin-3-galactoside
13	Peonidin-3-arabinoside
14	malvidin-3-glucoside
15	malvidin-3-arabinoside

Tabla 1. Los compuestos fenólicos identificados en los cromatogramas.

Para determinar la diferencia de color total entre las tres coordenadas, se utilizó

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{\frac{1}{2}}$$



- ΔL^* = diferencia en luz y oscuridad (+ = más luminoso, - = más oscuro)
- Δa^* = diferencia en rojo y verde (+ = más rojo, - = más verde)
- Δb^* = diferencia en amarillo y azul (+ = más amarillo, - = más azul)
- ΔE^* = diferencia total de color

L* = luminosidad

a* = coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)

b* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)



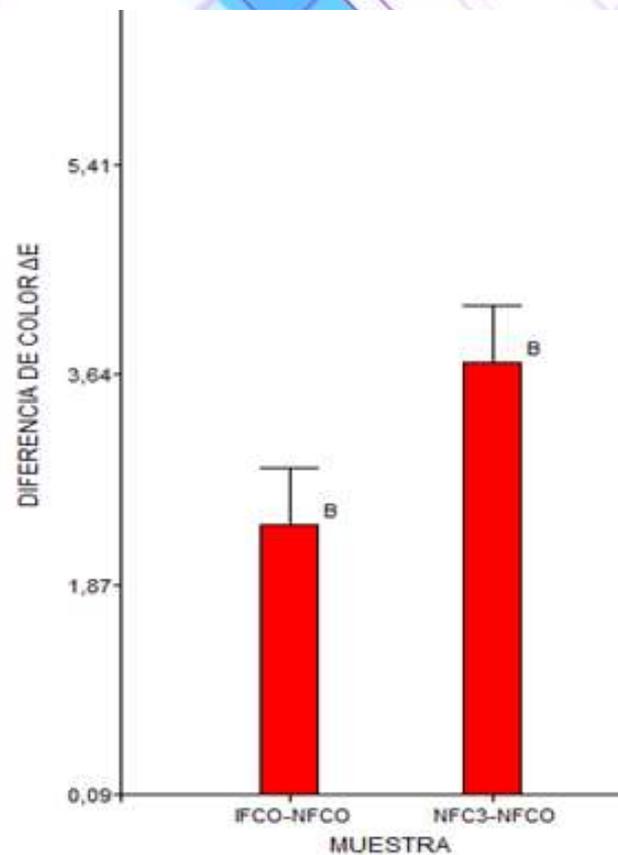


Fig. 7. Diferencia de color respecto del FCN a tiempo 0

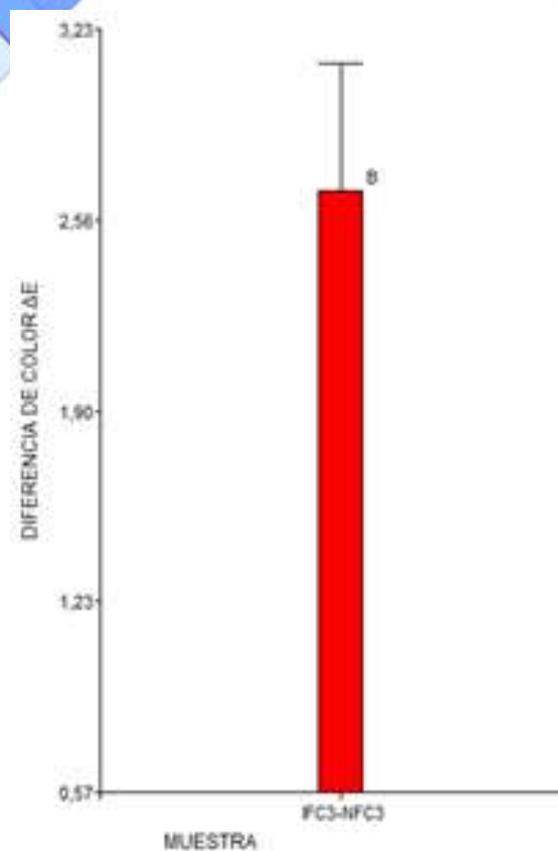


Fig. 8. Diferencia de color respecto del FCN a tiempo 3

CONCLUSIONES

- ❖ Se mantuvo la tendencia de la **pérdida de peso** entre la muestra control y tratada a lo largo del tiempo.
- ❖ **Espectros UV-vis** identificaron que los extractos del arándano presentan pigmentos antocianicos no mostrando una diferencia considerable con el tratamiento propuesto a tiempo cero, pero si se observó que el contenido permanece casi invariable durante 7 días en el fruto tratado.
- ❖ La fruta irradiada tuvo un mayor aunque de manera leve **contenido fenólico** en comparación con la fruta no irradiada indicando que el tratamiento postcosecha con luz UV produjo un estrés en la fruta que hace que ésta, en respuesta a dicho estímulo, induzca la síntesis de polifenoles.
- ❖ La **diferencia de color** entre las muestra tratada y las muestra control a tiempo cero fue baja, aumentando con el tiempo de conservación.

Con lo anterior podemos decir que el tratamiento mediante luz UV



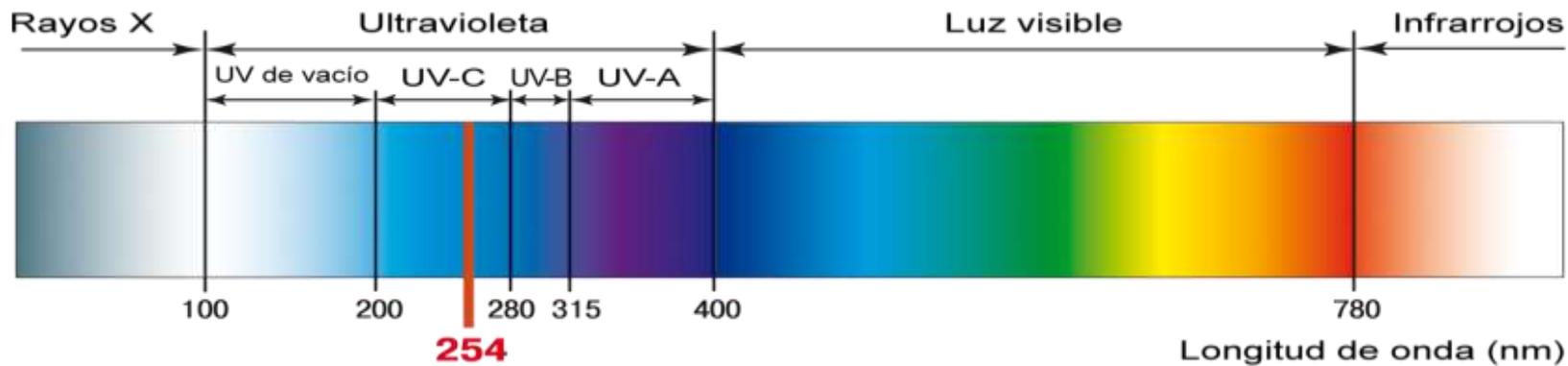
Mejora la calidad visible y organoléptica.



Es una excelente técnica de conservación y amigable con el medioambiente!!!

2- ESTUDIO DE LA LAMPARA





Características

-Marca Osram

Descripción

- Tubos UV germicidas
- Modelo 15w t8 45 cm de largo
- Marca OSRAM origen RUSIA
- Rango de UV 253.5 nm



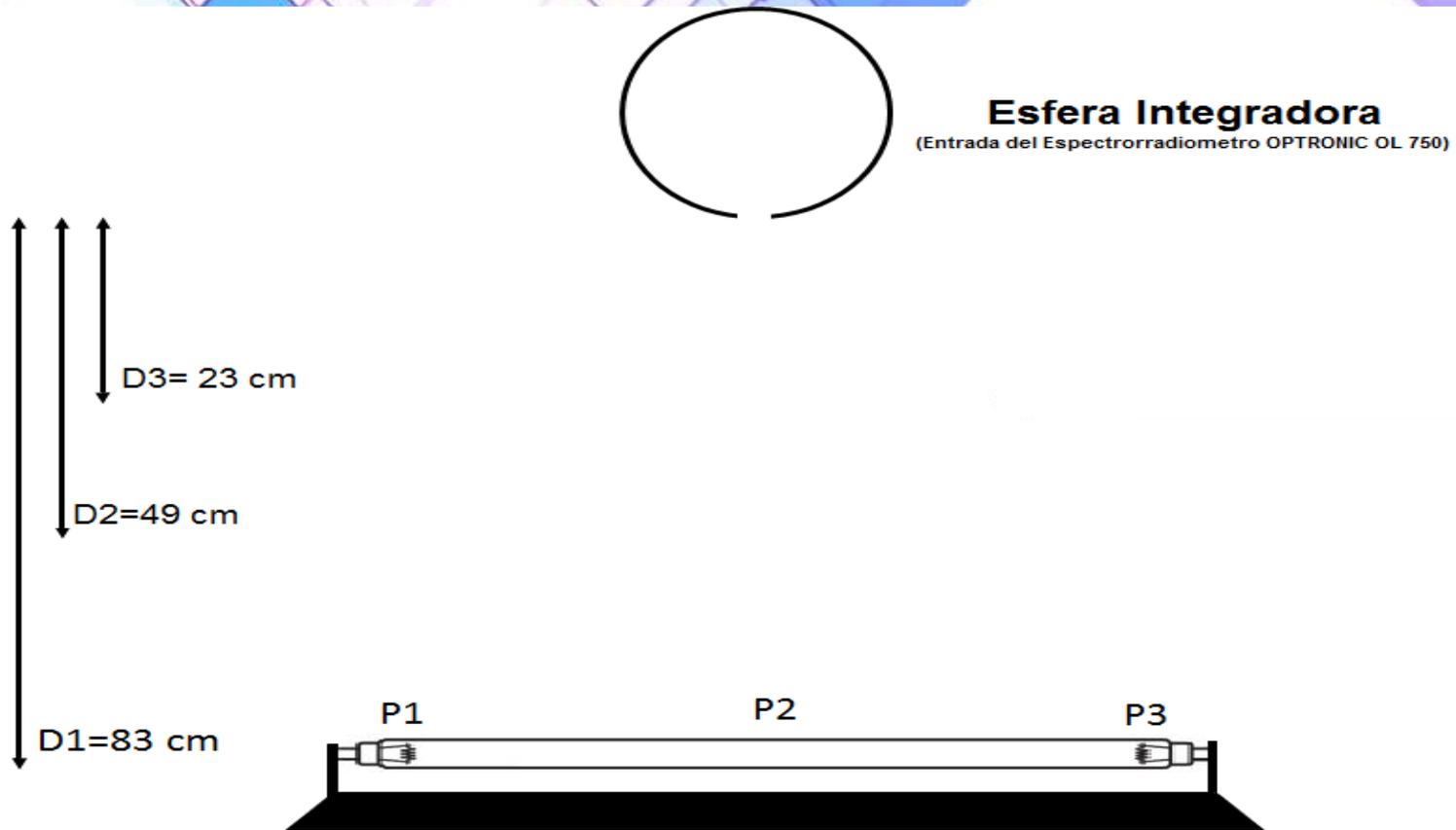


Fig. 8. Esquema instrumento – lámpara, para las posiciones D1, D2 y D3, midiendo en P1, P2 y P3.



Condiciones Generales del Ensayo

Tiempo de calentamiento previo a la medición (warm-up):

15 min aprox.

Dispositivo de entrada del medidor

Esfera Integradora

Distancia de medición:

D1: 83 cm a boca de esfera

D2: 49 cm a boca de esfera

D3: 23 cm a boca de esfera

D4: 83 cm de altura y 40 cm desplazada de la entrada

En las posiciones: P1: Extremo derecho, P2: Centro de la lámpara y P3: Extremo izquierdo.

Rango espectral de medición:

250 a 398nm

Ancho de banda de medición:

4 nm

Paso de medición: Cada 4 nm

Temperatura: $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

Equipos e Instrumental de medición utilizado

	Marca / Modelo	Características	Trazabilidad
Espectrorradiometro	OPTRONIC OL 750	Con esfera integradora en la entrada	Cal 250 a 2198nm_4nm_M817_201 9- 02-19.cal

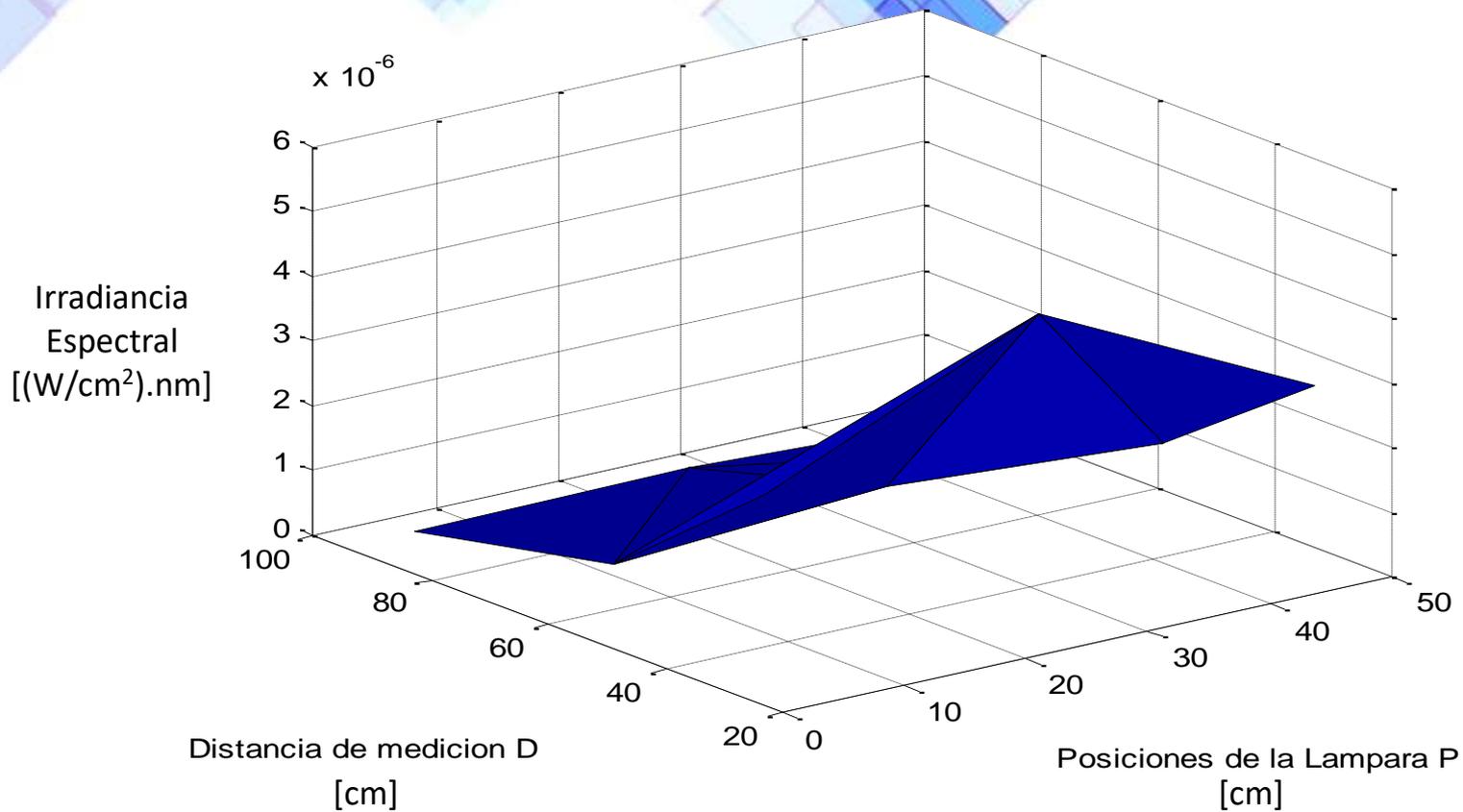


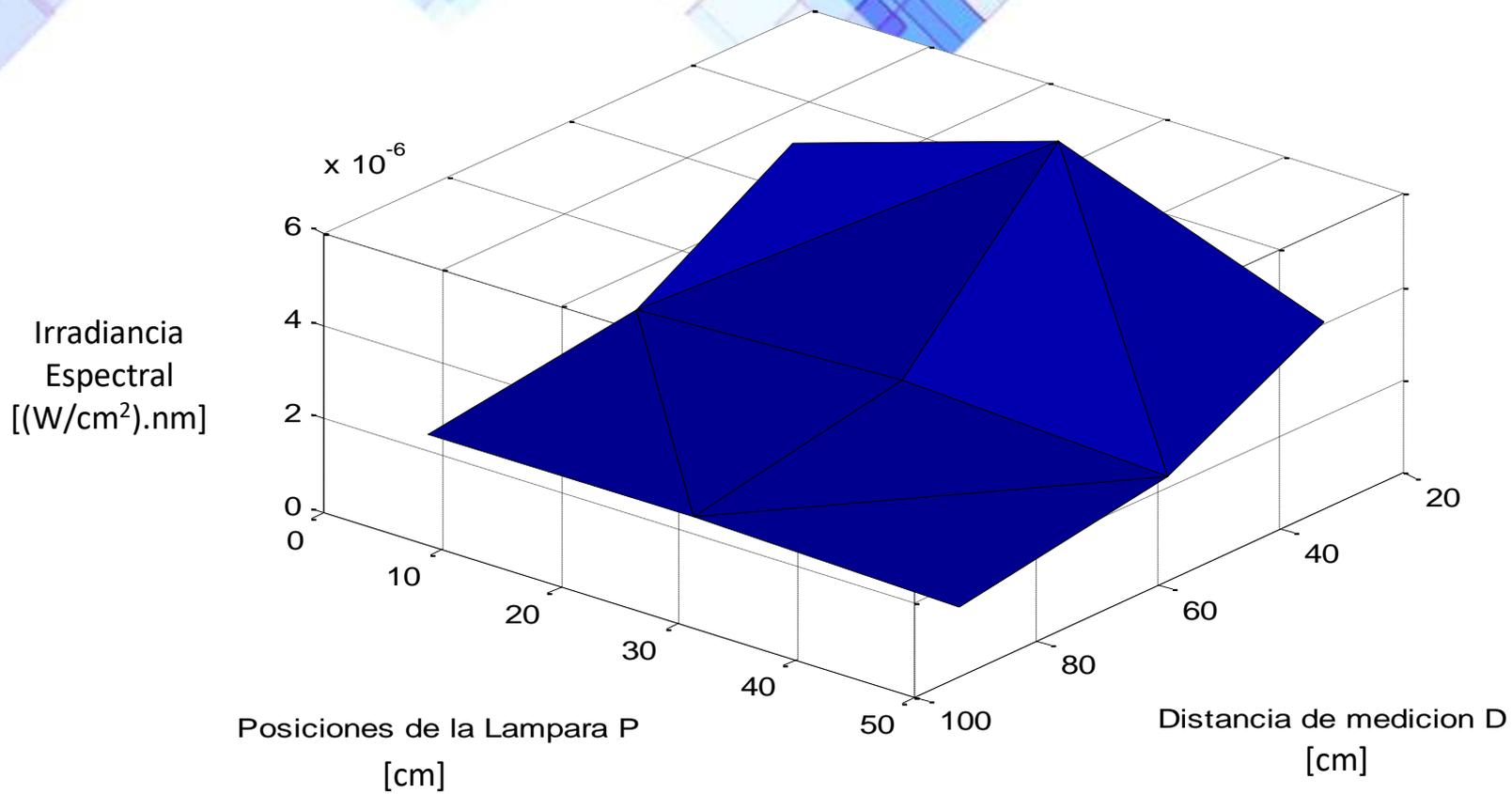
•Irradiancia espectral para la distancia D1 (83 cm desde la boca de la esfera integradora).

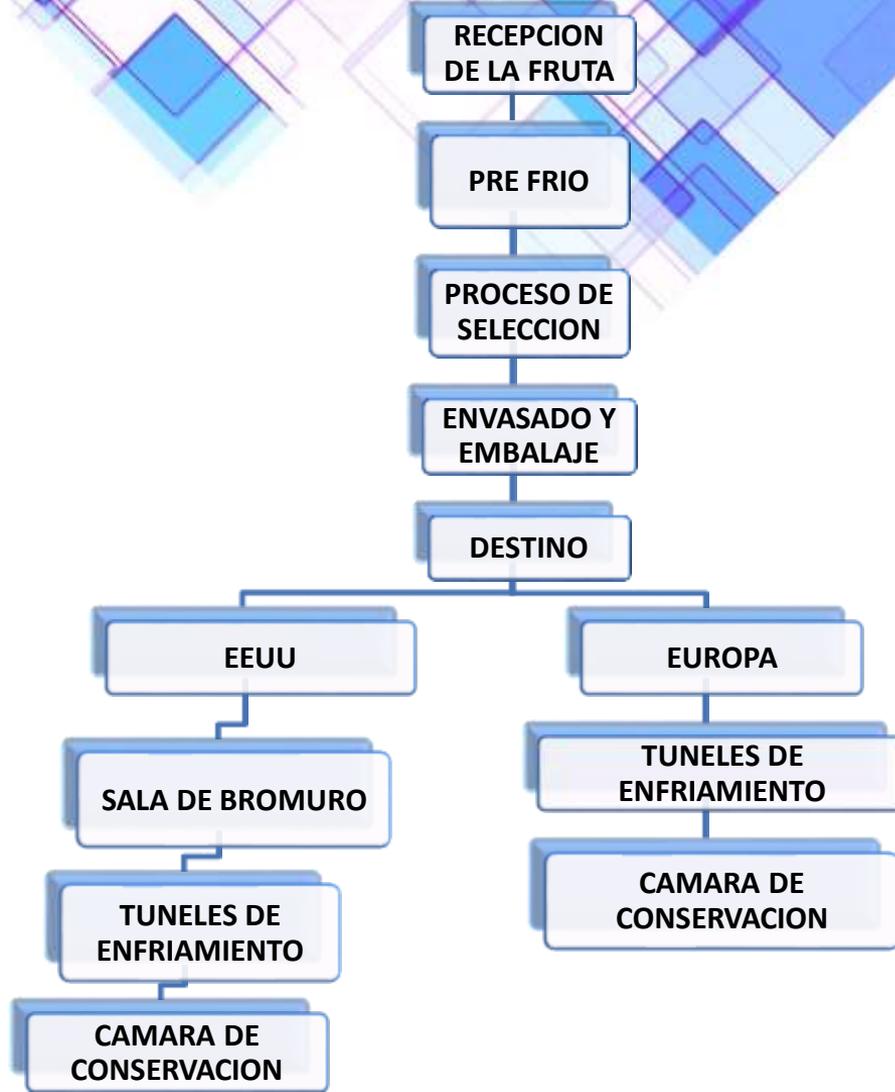
Longitud de Onda (nm)	Irradiancia Espectral ((W/cm ²).nm)		
	P1	P2	P3
250	6,49E-07	6,68E-07	4,94E-07
254	1,68E-05	1,82E-05	1,66E-05
258	2,16E-07	2,29E-07	2,42E-07
262	3,32E-08	3,50E-08	3,38E-08
266	2,77E-08	2,94E-08	2,71E-08
270	3,38E-09	3,09E-09	2,74E-09
274	4,36E-09	4,47E-09	4,97E-09
278	5,98E-09	6,56E-09	6,91E-09
282	1,04E-08	1,09E-08	9,91E-09
286	6,94E-09	7,75E-09	6,60E-09
290	1,50E-08	1,78E-08	1,81E-08
294	1,98E-08	2,23E-08	1,88E-08
298	4,71E-08	4,83E-08	4,73E-08
302	4,24E-08	4,33E-08	4,16E-08
306	2,79E-08	3,05E-08	2,79E-08
310	7,27E-08	7,51E-08	6,98E-08
314	1,96E-07	2,09E-07	1,99E-07
318	2,79E-08	2,94E-08	2,66E-08
322	2,31E-08	2,52E-08	2,42E-08
326	2,06E-08	2,31E-08	2,17E-08
330	1,85E-08	2,09E-08	1,98E-08
334	2,70E-08	2,97E-08	2,70E-08
338	1,64E-08	1,78E-08	1,74E-08
342	1,36E-08	1,44E-08	1,32E-08
346	1,26E-08	1,46E-08	1,30E-08
350	1,30E-08	1,41E-08	1,36E-08
354	1,25E-08	1,26E-08	1,32E-08
358	1,31E-08	1,43E-08	1,30E-08
362	2,98E-08	3,23E-08	2,82E-08
366	2,05E-07	2,14E-07	2,01E-07



• IRRADIANCIA EN FUNCION DE DISTANCIA DE MEDICION D Y POSICION DE LA LAMPARA P







- **Transmitancias**

Longitud de Onda (nm)	Irradiancia Espectral ((W/cm ²).nm)			Transmitancia Polietileno [%]	Transmitancia Vidrio [%]
	Lámpara OSRAM G15	C/ Polietileno	C/ Vidrio		
250	4,30E-06	6,97E-07	2,89E-06	16	67
254	1,46E-04	2,52E-05	7,77E-05	17	53
258	2,27E-06	3,51E-07	9,89E-07	15	44
262	2,87E-07	4,65E-08	1,54E-07	16	54
266	2,36E-07	3,84E-08	1,43E-07	16	61



Transmitancias Promedio:

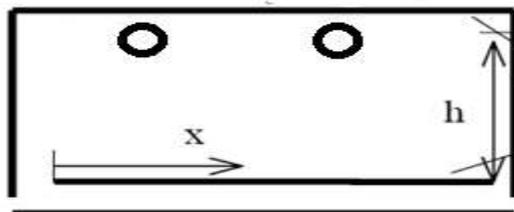
Vidrio: 56%
Polietileno: 16%



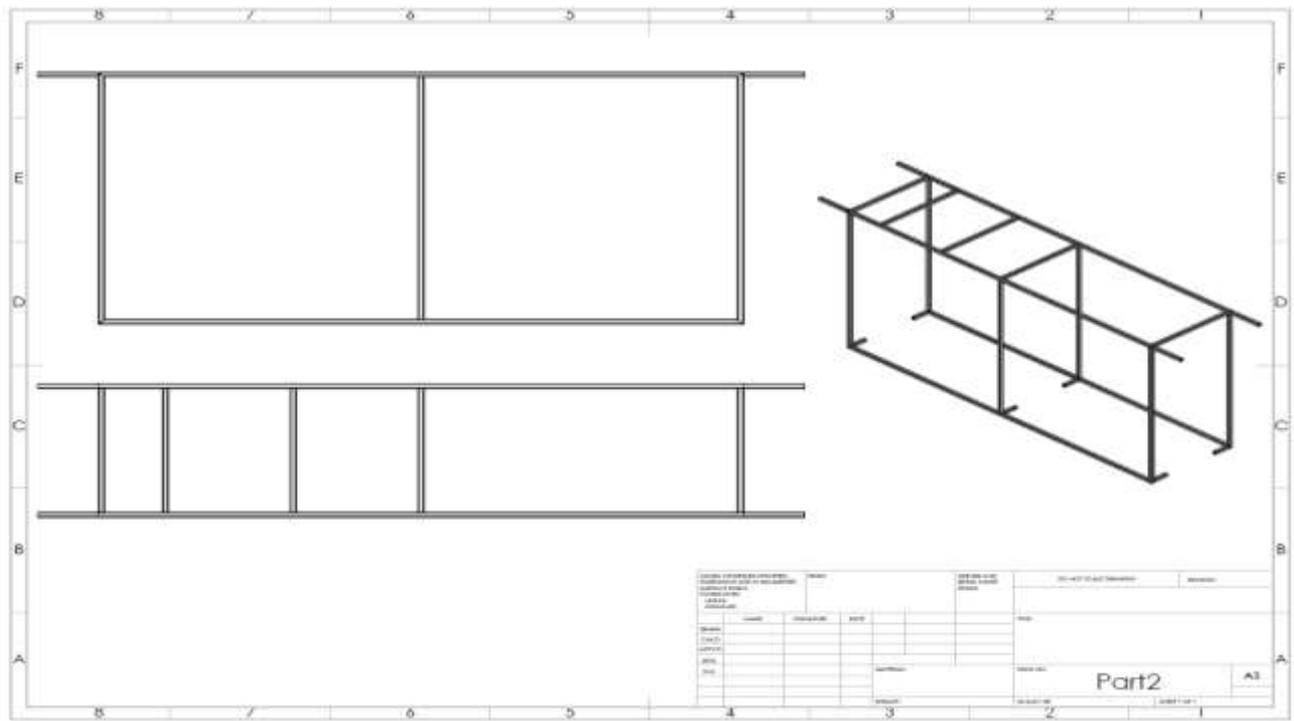


3- Diseño del prototipo





Tubos
 Paredes reflectantes
 Plano de muestras





4- Construcción del prototipo





***Propuesta a seguir
desarrollando***

- 
- Realizar estudios de factibilidad económica de los métodos propuestos.
 - Evaluar las ventajas de dicha técnica de conservación respecto de las convencionales tanto desde el punto de vista de la los parámetros de calidad como de la factibilidad económica.

Publicaciones sobre la tesis

Revistas

Conservation of oranges by uv irradiation. World Journal of Engineering Research and Technology. Acceptance Letter for Manuscript WJERT/1384/5/2019

Evaluación de compuestos bioactivos de palta de la región NOA. Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA. ISSN. CODINOA 2019.

Conservación de naranjas mediante irradiación UV. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán Tomo 96 (1) Suplemento: 25-210; 2019 .ISSN 0370-5404

Estudio de la conservación de arándanos en la provincia de Tucumán- Argentina. Libro de resúmenes: II Congreso Argentino de Biología y Tecnología Poscosecha: Editorial: EDUNSE. - 1a ed.- Santiago del Estero: Universidad Nacional de Santiago del Estero - UNSE. Facultad de Agronomía y Agroindustrias, 2019. ISBN 978-987-1676-88-0

Presentaciones realizadas en congresos

Evaluación de compuestos bioactivos de palta de la región NOA. en las XIV JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEFACULTADES DE INGENIERIA DEL NOA. realizadas el 5 y 6 de Septiembre de 2019, en la ciudad de S.M. de Tucumán.

Desarrollo de métodos físico para la conservación poscosecha de frutos. Encuentro Científico de Investigadores de la FACET, ECIFACET 2019 realizado el 25 y 26 de Abril de 2019, en la ciudad de S.M. de Tucumán.

Anatomía del fruto de Araujiaodorata “Doca”. Aproximación a su caracterización físico química. INVESTIGACIONES EN FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA. Número 4, Año 2018. ISSN: 1853-6662 NÚMERO 4.
<http://codinoa2018.unse.edu.ar/codinoa/>

Estudio de la conservación de arándanos en la provincia de Tucumán- Argentina .II CONGRESO ARGENTINO DE BIOLOGÍA Y TECNOLOGÍA POSCOSECHA, realizado los días 11, 12 y 13 de Septiembre de 2019 en la ciudad de en Santiago del Estero, Argentina.

Conservación de naranjas mediante irradiación UV. IX Congreso Argentino de Citricultura, realizado entre el 11 y 14 de Junio de 2019 en San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

Cursos de posgrado realizadas

“Formulación y Evaluación de proyectos de desarrollo agropecuario”. (Res. CD 1035/14) Mg. Ing. Agr. Mg. Mabel García, Mg. Ing. Julieta Monzon. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. CONICET-UNLu (INEDES). Agosto-octubre 2020. Cantidad de horas: 36. **Modalidad a distancia**

“Cromatografía Líquida de Alta Performance”. Dra. Alicia Bardón, Dra. Adriana Neske, Dra. Elena Cartagena, Dr. Mario Arena, Dra. Nancy Vera, Dr. Miguel Gilabert Valero, Dra. Lucrecia Arias-Cassará. Facultad de Bioquímica, Química y farmacia. Universidad Nacional de Tucumán. Febrero 2020. Cantidad de horas 100 Hs.

“Matemática Numérica” (Res. HCS 064-2000), Organizado por el Magister en Métodos Numéricos y Computacionales en Ingeniería. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Tucumán. Desde el 30 de septiembre al 10 de diciembre de 2019. Cantidad de horas 60 Hs.

“Espectroscopia Vibracional. Fundamentos y Aplicaciones”. Organizado por el Doctorado en Ciencias Químicas y el Departamento Posgrado de la Facultad de Bioquímica, Química y farmacia. Universidad Nacional de Tucumán. Desde el 29 de julio al 8 de agosto de 2019. Cantidad de horas 100 Hs

“Bioestadística y Diseño de Experimentos. Modulo I”. Dictado por el Mg. Ing. Agr. Osvaldo Ernesto Arce de la Universidad Nacional de Tucumán. Desde el 27 al 31 de mayo de 2019. Cantidad de horas 40 Hs.

Seminario de posgrado realizado

“Metabolitos involucrados en las respuestas de las plantas y los microorganismos al estrés ambiental y su aplicación en agrobiotecnología” (Res. Dec. Nº 141/2020 y Res. Dec. Nº 148/2020). Universidad Nacional de Río Cuarto. Agosto 2020. Cantidad de horas: 40.

“Espectroscopia de Infrarrojo: Instrumentación y software aplicados a análisis en medio ambiente, combustibles, alimentos y muestras biológicas”. Organizado por el Doctorado en Ciencias Químicas y el Departamento Posgrado de la Facultad de Bioquímica, Química y farmacia. Universidad Nacional de Tucumán. Junio 2016. Cantidad de horas 20.

Proyecto relevante

Integrante del Proyecto de investigación: **“Conservación Poscosecha de paltas en Tucumán”**. Proyectos de Vinculación Tecnológica “Universidades Agregando Valor 2018”. UNE-UNT- JABULISSA S.R.L. Año 2019.

Bibliografía

- [1] Buzeta A.1997. En: A. Buzeta (ed). Chile: Berries para el 2000. Arándano.pp. 52–89. Departamento Agroindustrial. Fundación Chile. Santiago, Chile.
- [2] Neri Ruz E., González C., de León Jaen S., Gutiérrez Escoto P., Kunhardt Urquiza E., Ovadía Rosenfield L., Salazar López Ortiz C., Velázquez Castellanos P. El jugo de arándano y su papel en las infecciones de las vías urinarias. Artículo de revisión: Ginecol Obstet Mex. 2009, 77(11):512–7
- [3] Wei Yuan., Lijing Zhou, Guangrui Deng, Ping Wang, David Creech and Shiyu Li. Anthocyanins, Phenolics, and Antioxidant Capacity of Vaccinium L. in Texas, USA. Pharmaceutical Crops, 2011: 11–23.
- [4] “Arándanos, el futuro”. Revista Innova N° 1, agosto y septiembre 2008. SAGARPA.
- [5] INTA. 2012– Programa Nacional Frutales – Cadena arándano Ing. Agr. M. Sc. María Fernanda Rivadeneira. frivadeneira@correo.inta.gov.ar. INTA EEA Concordia, Entre Ríos. Ing. Agr. Ph.D. Daniel S. Kirschbaum. dkirschb@correo.inta.gov.ar. INTA EEA Famailá, Tucumán.
- [6] Vazquez–Castilla S., Guillen–Bejarano R., Jaramillo–Carmona S., Jimenez–Araujo A., Rodriguez–Arcos R. Funcionalidad de distintas variedades de arándanos. Departamento de biotecnología de alimentos, Instituto de la Grasa, CSIC. Sevilla. 2012.
- [7] Yao L.H., Jung Y.M., Tomas–Barberán F.A., Datta N., Singanusong R., Chen S.S. Flavonoids in food and their health benefits. Plant Foods Hum. Nutr. 2004, 59: 113–122.



GRACIAS

