



INFORME TECNICO del PROYECTO

Tipo de Informe (anual, avance o final)	Avance (2019-2020)
Código de Identificación del Proyecto	16/I 1006 - PI
Nombre del Investigador Responsable	Jorge Senn (Director) / Silvina V. García (Codirectora)

LOGROS Y OBJETIVOS ALCANZADOS

Principales logros del proyecto.

El presente corresponde al informe de avance del proyecto ESTUDIO DE DESHIDRATACIÓN DE PRODUCTOS EN SECADEROS SOLAR-BIOMASA (Código 16/I1006-PI) correspondiente al período 2019-2010 y llevado a cabo en forma conjunta entre la Facultad de Ingeniería de la UNaM y la Agencia de Extensión Rural AER-Oberá del INTA. El proyecto desarrollado fue una continuación de otras acciones (Programas y Proyectos) realizados en forma conjunta entre la Facultad de Ingeniería y la AER-Oberá del INTA. En tal sentido, se resalta que uno de los principales logros que se ha mantenido en el proyecto, es el trabajo interinstitucional e interdisciplinario entre estas dos instituciones públicas, para lo cual, entre otras cosas, se ha firmado oportunamente un convenio de colaboración mutua. Se resalta el potencial que se aporta desde ambas instituciones y el trabajo complementario que de ello resulta.

Los proyectos anteriores sobre la temática, se centraron principalmente en la tecnología apropiada para el deshidratado y se ha avanzado en la optimización de los prototipos y ensayo de los mismos. Como resultado se han desarrollado cuatro modelos de secaderos solar-biomasa, el primero de uso comunitario (de importante capacidad de producción diaria), construido parcialmente en mampostería y otra parte en chapa y madera; el segundo para uso unifamiliar de menores capacidades de producción, pero apropiado para el uso a menor escala, portátil y realizado en chapa; un tercer modelo, solamente solar que tiene por finalidad su uso para el deshidratado artesanal, destinado a todo aquel que desee deshidratar productos a pequeña escala, sin fines comerciales, generalmente domiciliario y para auto-consumo, es de chapa y portátil. El cuarto y último modelo trata de un prototipo similar al unifamiliar, pero de mayores dimensiones y capacidades, de tipo portátil y realizado principalmente en chapa, para uso comercial.

El presente proyecto se centra básicamente en determinar las mejores técnicas de deshidratado de diferentes productos, utilizando este tipo de deshidratadores; y como tal tiene por objetivo determinar los procesos óptimos de preparación, deshidratado y manipulación, para diferentes productos que se generan en el ámbito productivo regional, tales como hortalizas, hierbas aromáticas y medicinales y frutas.

Se ha desarrollado una estufa de deshidratado para ensayos de laboratorio, que permite determinar las características de deshidratado de diferentes productos (cinética de deshidratado, dimensiones del material, tiempos, temperaturas, etc.) y poder contrastarlo con lo que se obtiene en los secaderos en forma práctica. El desarrollo de esta estufa se ha logrado a partir de un horno eléctrico domiciliario, modificado y automatizado, mediante la colaboración de docentes y alumnos de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería, UNaM.

Esta estufa de secado permite realizar pruebas de deshidratado en un pequeño laboratorio de la Agencia de Extensión Rural del INTA Oberá, bajo la supervisión de la codirectora, Ingeniera en Alimentos. Por otra parte, se ha instalado un secadero solar-biomasa en una escuela semirural del municipio de Guaraní, que permite realizar ensayos de contraste entre la estufa y un secadero real y para diferentes productos, a fin de poder extrapolar datos y poder obtener correlaciones entre ambos sistemas.

Balance entre los objetivos propuestos y los efectivamente alcanzados.

El balance entre los objetivos propuestos y los efectivamente alcanzados es satisfactorio en relación a la primera etapa de desarrollo del proyecto y las actividades que se pudieron desarrollar; pero es totalmente insatisfactorio en cuanto a la segunda parte del período en análisis, por efecto de la Pandemia del COVID-19 y los consecuentes decretos de ASPO y DISPO emanados de las autoridades nacionales, que paralizaron toda actividad, tanto de laboratorio como de ensayos de campo.

Incorporación de nuevos métodos, puesta a punto de nuevas técnicas, equipos o protocolos.

En el grado de avance del proyecto, no se puede hablar de nuevos métodos o técnicas ya probados, sino que aún se encuentran en desarrollo. En cuanto a equipos, se puede indicar la estufa de deshidratado creada a partir de un horno eléctrico de cocina adaptado a tal efecto, con un sistema de control de temperatura mucho más preciso que el que viene con el equipo desde fábrica. Por otro lado, el secadero solar-biomasa instalado en la escuela y que es resultado de un proyecto anterior.

Dificultades encontradas.

En cuanto a las principales dificultades, se deberá dividir el período en dos sectores:

En la pre-pandemia, las principales dificultades fueron:

- Superposición con otras actividades de investigación y académicas
- Falta de tiempo efectivo para mayor dedicación al proyecto.
- Incorporación tardía de becarios para el proyecto, por los plazos establecidos al efecto.

En período de pandemia:

- paralización total de actividades en el proyecto por imposibilidad de desarrollo de actividades

RESULTADOS DE PROYECTO

Comente los logros del proyecto basándose en los hitos de evaluación.

Objetivos	Hito de evaluación	Resultados
Búsqueda bibliográfica específica para relevar experiencias similares, así como los procesos tradicionalmente utilizados. Determinación de los mecanismos de deshidratación de los diferentes tipos de productos.	Análisis bibliográfico realizado. Información registrada y sistematizada.	Se ha realizado búsqueda y análisis bibliográfico que ha permitido determinar posibles técnicas a aplicar para diferentes productos. Además, conocer los mecanismos de deshidratación de varios productos agrícolas.
Identificar y determinar las principales variables que intervienen en el proceso de deshidratado y su influencia sobre el proceso en su conjunto	Principales variables identificadas y determinadas, con su grado de influencia sobre el proceso.	Del análisis bibliográfico y de los experimentos desarrollados, se determinaron las principales variables que influyen en el deshidratado de alimentos, a saber: temperatura del flujo de aire en el secadero, velocidad del flujo de aire, tiempo de deshidratado, contenido acuoso del producto a deshidratar, tamaño de los trozos de producto a deshidratar, si es producto con pretratamiento o sin, tipo de pretratamiento, disposición del producto

		<p>en bandeja, densidad de carga sobre bandeja, humedad relativa del ambiente externo, frecuencia de remoción de productos sobre bandejas, tipo de corte del producto (longitudinal, transversal, diagonal) respecto de sus fibras (en los casos donde esto se manifiesta como significativo).</p> <p>Son muchas las variables que intervienen, lo que denota la complejidad del proceso, máxime que la mayoría de las variables indicadas no son independientes, sino multi-inter-dependientes.</p>
<p>Relevar límites admisibles de algunas variables críticas para que los productos no pierdan su valor alimenticio, medicinal o aromático.</p>	<p>Principales límites determinados de variables críticas. Influencia de los mismos sobre el producto.</p>	<p>Del análisis bibliográfico y de los ensayos realizados, se determinaron de manera general los límites de temperaturas máximas admisibles para que no se pierdan valores organolépticos significativos.</p> <p>Las frutas en general admiten un límite más elevado que los productos medicinales, que representan los más delicados en tal sentido.</p>
<p>Determinar los principales procesos de preparación, pre-tratamiento, deshidratado, manipulación y conservación recomendados para cada producto en particular o familia de productos.</p>	<p>Procesos de preparación, pre-tratamiento, deshidratado, manipulación y conservación relevados y documentados.</p>	<p>Algunos procesos ya fueron identificados y ensayados, en otros casos se continúa con el análisis y ensayos.</p>
<p>Obtener curvas de deshidratado de diferentes productos</p>	<p>Curvas de deshidratación obtenidas, de diferentes productos de interés de la región (hortalizas, hierbas aromáticas y medicinales, frutas)</p>	<p>Se comenzó con el ensayo de varios productos, para los cuales se obtuvieron las curvas de deshidratado.</p> <p>Se continúa con estos ensayos en el laboratorio.</p>
<p>Contrastar valores experimentales de deshidratado con valores reales obtenidos en secaderos</p>	<p>Comparación de resultados y extrapolación de valores a situaciones reales de deshidratado normalmente imperantes.</p>	<p>Aun no desarrollado</p>
<p>Analizar y procesar la información para obtener resultados concluyentes respecto de técnicas y metodologías de los procesos más favorables o recomendables.</p>	<p>Análisis realizado y conclusiones obtenidas</p>	<p>Aun no desarrollado</p>
<p>Elaborar y publicar un manual de deshidratado para productos regionales</p>	<p>Redacción, diseño, corrección, edición, gestión de derechos, impresión y</p>	<p>Aun no desarrollado</p>



MINISTERIO DE EDUCACION

Universidad Nacional de Misiones
Secretaría General de Ciencia y Tecnología

	publicación realizados. Puesto a disposición de usuarios interesados	
Publicar y difundir los resultados de la investigación, especialmente al alcance de productores de la región.	Publicaciones realizadas, participación en congresos, jornadas, seminarios, otros, realizados. En forma parcial (avances de investigación) y final.	Poco desarrollado a esta altura del proyecto. Se cuenta con una página en redes sociales (Facebook) que permite compartir experiencias y recibir inquietudes de los lectores

TRANSFERENCIA DE RESULTADOS AL SECTOR SOCIAL Y PRODUCTIVO

Por tratarse de los inicios del proyecto, aún no se desarrollaron actividades de transferencia.

FORTALECIMIENTO DEL EQUIPO Y FORMACION DE RRHH

El proyecto ha contado con un becario, cuya incorporación recién se produjo avanzada la primera etapa y cuyo desempeño se vio limitado por efecto de las disposiciones de ASPO y DISPO emanadas a nivel nacional.

Se trabaja en estrecha relación con las Ferias Francas de Oberá y Campo Viera, así como con la Asociación de Inter-Ferias de la Provincia de Misiones.

También se trabaja en colaboración mutua con diversas municipalidades de la región, especialmente sus direcciones de bromatología o direcciones de saneamiento ambiental; así como con los siguientes organismos:

- INTA EEA Cerro Azul-Programa PROHUERTA
- Secretaría de Estado de Agricultura Familiar, Subsecretaría de Comercialización
- Ministerio de Salud Pública de Misiones, Dirección de Saneamiento Ambiental, División Alimentos

ANEXO

Síntesis de actividades desarrolladas en el laboratorio:

Durante el año de trabajo se realizaron ensayos y mediciones de deshidratación de distintos productos alimenticios, como ser, cebollita de verdeo, zanahoria, jengibre, apio, perejil, orégano, etc.

Para una temperatura dada de secado de aproximadamente 60°C, se registró el peso de la muestra a lo largo del tiempo, permitiéndose de esta forma calcular el contenido de humedad inicial y final (a pesada constante). También se realizaron ensayos de deshidratación a mayor temperatura (alrededor de 100 grados), a fin de extraer un mayor contenido de humedad, a fin de obtener una referencia de base seca.

Se crearon registros de las distintas curvas de tiempo-masa para los productos seleccionados, con los cuales se procedió al cálculo del contenido de humedad de los productos.

Luego y con los datos del contenido de humedad y su comportamiento, se realizó el ajuste de curvas de las primeras especies, extrapolando los coeficientes y parámetros que permitan describir la cinética de secado de las diferentes especies mediante ecuaciones conocidas, las cuales relacionan la actividad de agua (a_w) con otros parámetros como la humedad relativa, masa de agua (MR) y el tiempo transcurrido de secado.

1. Objetivos Alcanzados

Se obtuvo un conjunto de curvas de secado de tipo tiempo-humedad para cada especie analizada. Se pudo observar la variación del comportamiento de las distintas muestras según la especie y la disposición de secado, y además se comparó el comportamiento con y sin tratamientos previos, como por ejemplo el escaldado

Las especies registradas fueron, entre otras:

- Perejil
- Cebollita de Verdeo
- Orégano
- Jengibre
- Zanahoria
- Apio
- Cebolla
- Berenjena
- Burrito (*Aloysia Polystachya*)

Las cuales corresponden a hortalizas, aromáticas y cultivos producidos regionalmente.

Se ajustaron las curvas de mediciones de secado (mediante el software *MATLAB*) a distintas ecuaciones conocidas de cinética de secado, tales como Page, Henderson y Pabis, Logarítmica, etc. Obteniéndose los parámetros de cada curva y la respectiva bondad de ajuste o precisión. Obtenidas estas, se pudo determinar el tiempo donde se obtiene la estabilidad de la muestra en términos de sorción de humedad, para su correcta conservación.

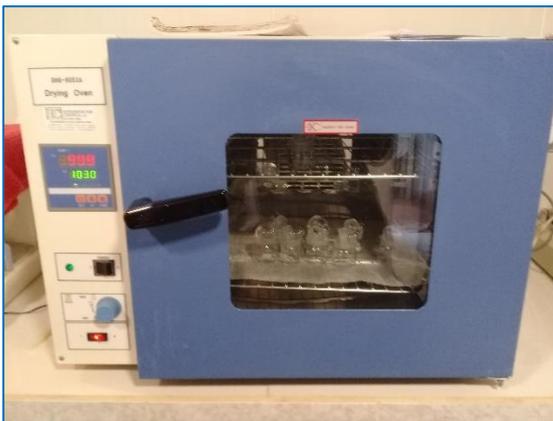
2. Métodos y Técnicas Utilizadas

Los ensayos realizados fueron de dos tipos:

- (a) El de deshidratación paulatina, el cual corresponde a un tiempo variable hasta lograr la pesada constante, con temperaturas de 50 a 60 grados y muestras triplicadas, inicialmente frescas;
- (b) Ensayo de humedad, el cual corresponde a la deshidratación de muestras triplicadas tanto frescas como previamente secadas por el ensayo (a), donde se compara la variación luego de un mínimo de 4 horas de la muestra sometida a 100°C, con tratamientos previos en caso de corresponder (escaldado).

Para estos ensayos se dispuso del equipamiento de la Agencia del INTA en Oberá, tratándose de dos hornos de secado controlados electrónicamente, una balanza de precisión de décimas de miligramo y otra balanza de centigramos, y además del instrumental de laboratorio y utilería, como ser, pesafiltros, contenedores de muestras, etc.

Se muestran a continuación los hornos de secado utilizados, modelos DHG-9053A y *Diplomatic* Genérico (Horno doméstico modificado con PLC por el departamento de Electrónica de la Facultad de Ingeniería):



Los datos obtenidos se procesan mediante software de hojas de cálculo para visualizar las curvas de deshidratación, como se ve a continuación (como ejemplo, el apio):

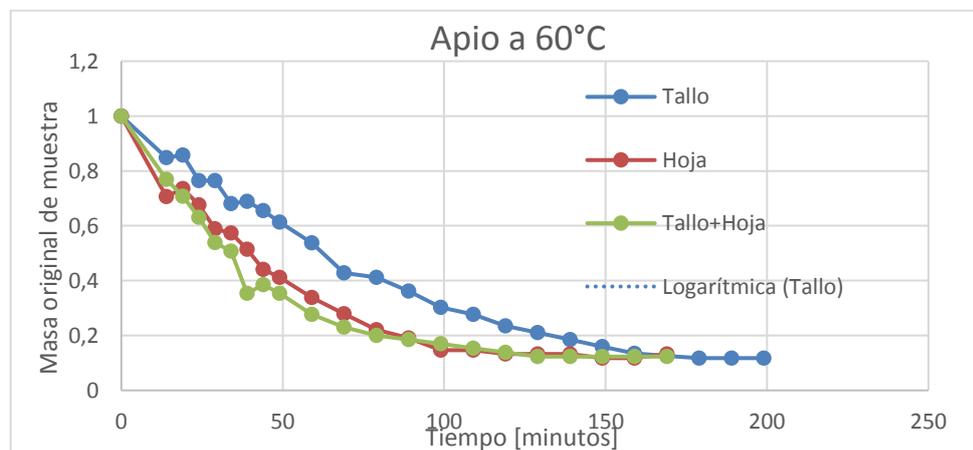


Figura 1: Secado del Apio

Se muestra a continuación, a modo de ejemplo, el ajuste de cinética de secado del jengibre a la ecuación de Henderson y Pabis:

$$f(x) = a * \exp(-b * x)$$

Donde a vale (0.1068) y b vale (0.02075). La ordenada representa el contenido de humedad extraíble (MR) y la abscisa, el tiempo en minutos:

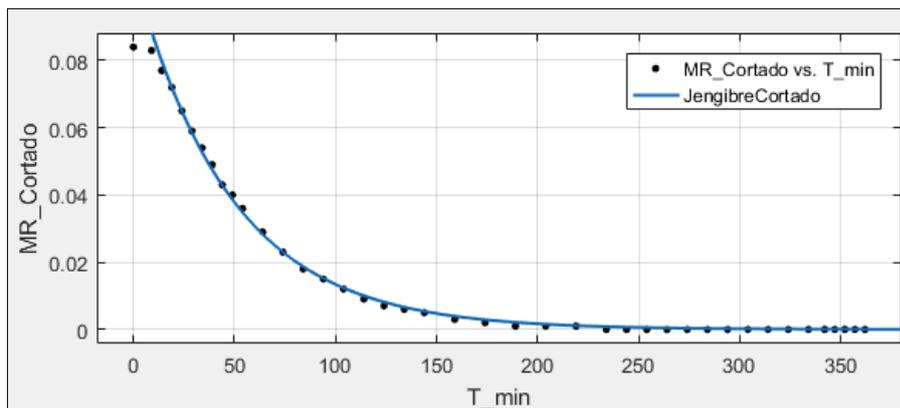


Figura 2: Ajuste de Henderson y Pabis a la cinemática de secado del jengibre

3. Bibliografía Consultada

Entre el material consultado se encuentra:

- Tesis de Maestría “*INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE SECADO SOBRE LA CALIDAD DE LA CEBOLLITA DE VERDEO*” – 2008 - Silvina Victoria García
- *INTRODUCCIÓN A LA BIOQUÍMICA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS* – 1976 - Jean Claude Cheftel y Henri Cheftel

4. Obstáculos y Dificultades

No se encontró ningún obstáculo importante o que evite la continuidad del trabajo de investigación, aunque si existieron algunas dificultades para el trabajo, propias de los métodos utilizados y de la naturaleza de la labor realizada. Entre ellas se pueden destacar el largo tiempo de secado que conllevan los ensayos de humedad, de unas 4 a 5 horas, para realizar cada uno de los ensayos, lo que limita este ensayo a un máximo de uno por jornada de trabajo, y ralentiza un poco la toma de datos.

Dado que los ensayos llevan un tiempo previo de preparación y luego otro periodo para procesar los datos y cargarlos en el soporte digital utilizado, se completa una jornada para cada uno de ellos y luego debe esperarse hasta la próxima para realizar un nuevo ensayo.

Además, puede mencionarse que las muestras secas son muy sensibles a la humedad ambiental, por lo que deben mantenerse en una cámara con gel de sílica para evitar su rehidratación.

Para la fase de ajuste de curvas, cabe resaltarse que se trata de un proceso que conlleva cierto tiempo, ya que se dispone de diez ecuaciones de ajuste, y unas doce especies de alimentos, de las cuales en algunos casos se realizan varias muestras o variaciones con distintos tratamientos previos, por lo que se tiene alrededor de un centenar de variaciones de ajuste a realizarse; y cada uno se realiza de manera manual mediante el software empleado.

Secadero para ensayos de contraste



Secadero solar-biomasa ubicado en la Escuela Rural de Villa Sommer, Guaraní. Secadero para utilizar de contraste con los ensayos de laboratorio.



• **Difusión:**

The screenshot shows the Facebook interface for the page 'Conservando Lo Nuestro'. The page features a cover photo of a group of people in white lab coats and hairnets, likely in a laboratory or food processing setting. The page name is 'Conservando Lo Nuestro' with the handle '@conservando.lonuestro' and the category 'Producto/servicio'. The left sidebar includes navigation options like 'Inicio', 'Últimas noticias', 'Herramientas de Messenger', and 'Eventos', along with a 'Promocionar' button. The main content area shows a navigation bar with 'Inicio', 'Videos', 'Fotos', 'Información', and 'Ver más', and a 'Crear publicación' section with options for 'Foto/video' and 'Recibir mensajes'. A promotional banner at the bottom of the main area reads 'Una forma mejor de administrar'.