

Artículo Original

Secado solar con control de temperatura de aire de vegetales y productos elaborados de alimentación fisiológica saludable

Solar drying with air temperature control of vegetables and
processed healthy physiological food products

**Rubén Ángel Spotorno¹, Juan José Pochettino¹, Carola
Andrea Sosa², *Alfredo Fabián Sequeira³**

¹Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Grupo de
Investigación en Tecnologías Energéticas Apropriadas (GITEA). Argentina

²Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Grupo de
Investigación en Biotecnología y Alimentos (BIOTEC). Argentina

³Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Centro de
Investigación en Química Orgánica Biológica (QUIMOBIO). Argentina

RESUMEN

En el presente trabajo se expone los resultados obtenidos de los ensayos experimentales de secado solar de vegetales y productos elaborados de alimentación fisiológica saludable. Se obtuvieron resultados alentadores de los ensayos realizados, para diferentes condiciones climáticas. El control de temperatura del aire de secado funcionó correctamente, no superando la temperatura de 45°C, de manera tal de conservar la calidad nutricional de los vegetales y productos elaborados. Además, se realizaron ensayos fisicoquímicos a los vegetales y productos elaborados antes y luego del proceso de deshidratación, como ser: humedad, nitrógeno, potencial de pardeamiento, polifenoles totales y capacidad antioxidantes. Los resultados derivados de este estudio, proporcionan información para predecir y controlar los cambios en la calidad de productos deshidratados. El proceso de secado, que asegura como valor máximo la temperatura del aire de secado de 45°C, resulta adecuado para la conservación de los alimentos manteniendo las características nutricionales de los mismos y generando un escaso costo de calidad en términos de pardeamiento.

Palabras claves: alimentación fisiológica, vegetales, productos elaborados, secado solar.

ABSTRACT

This paper presents the results obtained from experimental trials of solar drying of vegetables and processed products for healthy physiological nutrition. Encouraging results were obtained from the trials carried out under different climatic conditions. The temperature control of the drying air functioned correctly, not exceeding 45°C, in order to preserve the nutritional quality of the vegetables and processed products. Furthermore, physicochemical tests were performed on the vegetables and processed products before and after the dehydration process, such as: moisture, nitrogen, browning potential, total polyphenols, and antioxidant capacity. The results derived from this study provide information to predict and control changes in the quality of dehydrated products. The drying process, which ensures a maximum drying air temperature of 45°C, is suitable for food preservation, maintaining its nutritional characteristics and generating minimal quality cost in terms of browning.

Keywords: physiological nutrition, vegetables, processed products, solar drying.

***Autor correspondiente: Alfredo Fabián Sequeira.** Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Centro de Investigación en Química Orgánica Biológica (QUIMOBIO). Argentina.
Email: alfreseq@gmail.com

Fecha de recepción: 31 de marzo de 2025. Fecha de aceptación: 16 de julio de 2025

Editora responsable: Graciela María Patricia Velázquez de Saldivar. Universidad del Cono Sur de las Américas, UCSA.



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los alimentos, de origen vegetal, se pueden consumir frescos. Pero si deseamos aprovechar estos productos en diferentes épocas del año sin causar mayores pérdidas en sus propiedades nutritivas, es necesario transformarlos, de tal manera que los organismos putrefactores y las reacciones químicas no se desarrollen (Vázquez et al, 1997).

El deshidratado de alimentos es uno de los métodos más antiguos de conservación de los mismos. El principal propósito es extender la duración de los alimentos por la reducción del agua contenida en ellos; de esta forma se inhibe el crecimiento microbiano y la actividad enzimática. La actual producción artesanal se basa en la deshidratación al sol en forma directa, lo que conlleva mala calidad del producto por la alta radiación solar que incide sobre ellos y fallencias sanitarias, que implican la presencia de polvo, piedras y restos orgánicos, entre otros. Los problemas mencionados implican una restricción de acceso a los mercados para su posterior venta. El secado artificial es un método controlado de secado que se emplea en grandes escalas. También es el más caro ya que requiere de una cámara de secado calentada por gas, electricidad o biomasa. Existen varios tipos y tamaños de secadores disponibles para satisfacer las necesidades de los productores. Las ventajas son que la velocidad de secado puede ser cuidadosamente controlada independientemente de las condiciones climáticas externas para lograr un producto seco de alta calidad. El costo de combustible para calentar el aire es el principal factor económico que afecta las operaciones de secado (Espinoza, Jaime S., 2016).

Las tecnologías de deshidratado solar desarrolladas están orientadas a soluciones económicas, como apoyo a pequeños y medianos productores, compatibles con el medio ambiente, buscando la eficiencia energética y utilizando materiales de fácil acceso.

Es necesario destacar que después del secado, el alimento debe mantener las propiedades naturales de aroma, sabor y una buena presencia del producto seco. Asimismo, deben minimizarse las pérdidas de los nutrientes y asegurar las medidas higiénicas y sanitarias que hagan al producto apto para el consumo humano (Hernández et al, 2017).

Consumir alimentos deshidratados que a menos de 45°C, conservan la calidad nutritiva sin que pierdan su valor energético, o sea que se mantengan sus propiedades enzimáticas y vitamínicas vivas, permiten a las personas una alimentación fisiológica saludable.

El GITEA (Grupo de Investigación en Tecnologías Energéticas Apropriadas), inicio los estudios de secado de vegetales y productos elaborados de alimentación fisiológica saludable, utilizando un calefón solar, una precámara (donde se controla la temperatura del aire de secado) y la cámara de secado propiamente dicha. La innovación que se presenta en este sistema desarrollado, es el control de la temperatura del aire de secado (Spotorno et al, 2023).

En el presente trabajo se muestra el sistema de secado propuesto y los ensayos experimentales de secado de vegetales y productos elaborados de alimentación fisiológica saludable, además de los ensayos químicos desarrollados antes y después del proceso de deshidratación.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Figura 1 se puede observar el esquema representativo del sistema de secado solar propuesto, para vegetales y productos elaborados de alimentación fisiológica saludable. En la misma se aprecia el colector solar de placa plana de agua caliente con su respectivo acumulador. Antes de la cámara de secado propiamente dicha se encuentra la precámara donde se realiza el control de la

temperatura del aire que pasa a través de los vegetales y productos elaborados a deshidratar.

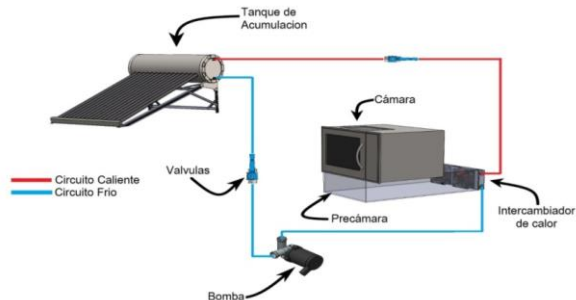


Figura 1: Esquema representativo del sistema de secado solar.

El proceso de circulación del agua entre el intercambiador de calor y el calefón solar lo realiza una bomba. En el caso de lluvias o escasa radiación solar, un termostato graduado a 45°C activa una resistencia eléctrica ubicada en el interior del acumulador del calefón solar, permitiendo continuar el calentamiento de agua, con la finalidad de no interrumpir el proceso de secado. Además, se observa dos válvulas que permiten la apertura o el cierre de la circulación del agua del circuito de secado propuesto, con la finalidad de realizar el mantenimiento del sistema de secado propuesto.

En cuanto a los diferentes componentes del sistema de secado propuesto, y el funcionamiento de los mismos se detalla en (Spotorno et al, 2024).

Durante la realización de los ensayos experimentales de secado se registraron los siguientes parámetros:

- Temperatura y humedad relativa del aire a la entrada de la cámara de secado (t_1, ϕ_1)
- Temperatura y humedad relativa del aire a la salida de la cámara de secado (t_2, ϕ_2)
- Temperatura del agua proveniente del calefón solar a la entrada del intercambiador (t_{Agua}).

Para realizar el proceso de medición y adquisición de los parámetros mencionados, se utilizó un datalogger desarrollado y construido por el GUDA (Grupo Universitario de Automatización), perteneciente a la Facultad Regional Resistencia- UTN. El mencionado sistema, posee la particularidad que el proceso de medición lo realiza utilizando WIFI, es decir a distancia del lugar donde se encuentra el equipo experimental. La adquisición de los datos se almacena en una memoria extraíble del equipo, para luego utilizarla en una PC con la finalidad de realizar el tratamiento de los datos registrados.

En la Figura 2 se observa a la izquierda el equipo de medición y a la derecha el de adquisición de datos de los ensayos realizados.



Figura 2: Sistema de medición y adquisición de parámetros.

Para registrar el peso de los diferentes vegetales y productos elaborados durante el proceso de secado, se empleó una balanza digital marca Kretz con una precisión de 5 gramos. Se realizó la pesada al inicio y a intervalos de cada hora de los vegetales y productos elaborados. Cuando el peso de los mismos se estabiliza, significa que el proceso de deshidratación ha finalizado.

DETERMINACIONES QUÍMICAS

Polifenoles totales

Para la determinación de polifenoles totales se utilizó el método de Folin-Ciocalteu (Singleton et al, 1999). Se pesaron 10 g de muestra y se molturaron con 30 ml de etanol frío. Se dejó reposar 20 minutos y se centrifugó durante 15 minutos. Se filtró el sobrenadante y se obtuvo un extracto etanólico del material vegetal. A 70 μ l del extracto, se agregaron 1630 μ l de agua destilada, y se hicieron reaccionar con 100 μ l del reactivo de Folin. Luego de 5 minutos, se agregaron 200 μ l de Na_2CO_3 al 20%. Se agitó la mezcla vigorosamente y se dejó reposar 1 hora en oscuridad. Finalmente, se leyó la absorbancia a 670 nm, en un espectrofotómetro Metrolab 1700 UV-visible. Se utilizó un patrón de ácido gálico (0,0001 mg/ml), y los resultados se expresaron en mg de ácido gálico/g.

Capacidad antioxidante

Se determinó por espectrofotometría visible, midiendo la absorbancia del radical cromógeno DPPH $\cdot$ (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) (Brand Williams et al, 1995) con un espectrofotómetro Metrolab 1700 UV-visible. Se molturaron 10 g de muestra con 25 ml de metanol pre-enfriado. Se filtró con vacío y se enjuagó hasta decoloración total del residuo. Alícuotas de 0,5 ml del filtrado total (incluidas las aguas de lavado) se hicieron reaccionar con 6 ml de DPPH $\cdot$ (0,003 g en 100 ml de etanol). Se dejó reposar en oscuridad durante 20 minutos y se realizaron las lecturas de absorbancia a $\lambda=517$ nm. Se realizó una curva de calibración con soluciones patrones de Trolox, en un rango de concentración de 0,5 a 2,5 mg/ml. La capacidad antioxidante se expresó como mg de Trolox equivalentes/g.

Contenido de agua - Humedad

El contenido de agua se determinó por secado en estufa (Método AOAC 19052, 1990). Para ello, se colocaron 7 g de muestra en bandejas de aluminio de 60 mm de diámetro y 80 mm de profundidad y se colocó en estufa a 60°C aplicando vacío, hasta valores de pesada constante.

Potencial de pardeamiento

10 gramos de muestra triturada se trataron con etanol 96°C durante 60 min. y luego se centrifugó a 11500 rpm durante 30 min, reteniendo los sobrenadantes. Se llevó a 25 ml con etanol. Se midió la absorbancia a 320 nm en una alícuota de este extracto. Extracciones y determinaciones se realizaron por duplicado y los resultados fueron expresados como unidades de absorbancia (UA/g) (Viña et al, 2006).

Determinación de Nitrógeno

Se realizó la determinación de Nitrógeno, con la aplicación del método Kheldahl en un equipo Velp Scientifica – equipado con una unidad de Destilación UDK129. Las determinaciones responden a las Normas AOAC, "Official methods of analysis", Method 978.04.

ENSAYOS EXPERIMENTALES DE SECADO SOLAR

El proceso de secado solar de vegetales y productos elaborados se realizó utilizando una corriente de aire caliente menor a la temperatura de 45°C, con la necesidad vital de conseguir alimentos conservados de alta calidad nutritiva sin que pierdan su valor energético para producir texturas más crujientes, sabor más marcado y una mayor conservación del producto. Al deshidratar los productos a temperaturas menores de 45°C, se consigue preservar las vitales enzimas y vitaminas.

En la Figura 3, se observan los parámetros registrados durante los ensayos de secado. Se logra apreciar que cuando la temperatura del agua proveniente del colector solar supera el umbral de los 45°C aproximadamente, la temperatura de ingreso del aire a la cámara de secado no supera los 38°C. Lo mencionado se logra obteniendo el paso del aire después del intercambiador de calor, utilizando una compuerta comandada por un motor paso a paso y un arduino, lo que se detalla con mayor profundidad en (Spotorno et al, 2023).

En la misma figura, se aprecia que desde el inicio del ensayo a las 9:00 hs hasta aproximadamente las 10:00 hs, descienden los valores de todos los parámetros registrados, como consecuencia que todo el conjunto calefón solar, cañerías, intercambiador de calor, se encuentran a la temperatura ambiente, por lo tanto, hasta que el calefón solar ingrese en régimen, la temperatura del agua del colector solar no comienza a aumentar. Además, se condice que cuando aumenta la temperatura del agua en la entrada del intercambiador de calor (proveniente del calefón solar), aumenta la temperatura al aire al ingreso de la cámara de secado, disminuyendo por consiguiente la humedad relativa del mismo y viceversa. Cabe aclarar que el mismo fenómeno se manifestó en la totalidad de los ensayos realizados. Además, se observa en la Figura 3 que el proceso de secado finaliza cuando los valores de humedades relativas del aire al ingreso y egreso de la cámara de secado coinciden.

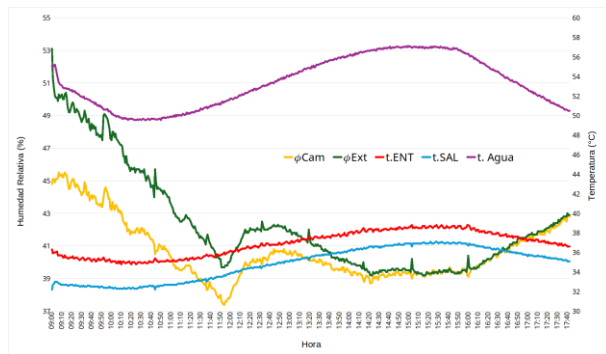


Figura 3: Parámetros registrados durante los ensayos.

A continuación se presentan resultados de los ensayos realizados:

Para el proceso de corte de los diferentes vegetales y con la necesidad de tener porciones o rodajas del mismo espesor, se utilizó una mandolina ajustable.

Secado de Zanahoria: La zanahoria se la cortó en sentido longitudinal, de 1-2 mm de espesor, Figura (4). En la Figura 4 y 5 se observa la zanahoria antes y después del proceso de deshidratación.



Figura 4: Zanahoria antes del secado.



Figura 5: Zanahoria deshidratada.

Secado de Cebolla: La cebolla se la cortó en forma de aritos (juliana), como se observa en la Figura 6 y 7. En la Figura 6 se aprecia la cebolla antes del proceso de secado y en la Figura 7 la cebolla deshidratada.



Figura 6: Cebolla antes del secado.



Figura 7: Cebolla deshidratada.

Secado de Zucchini: Antes del proceso de secado propiamente dicho, se cortó el zucchini en rodajas con un espesor comprendido entre 1-2 mm. En las Figuras 8 y 9 se observa las rodajas de zucchini antes y después del proceso de secado.



Figura 8: Zucchini antes del secado.



Figura 9: Zucchini deshidratado.

Secado de Cebolla de Verdeo: La misma fue cortada en pequeños trozos como se observa en la Figura 10, con el fin de utilizar el mayor espacio posible en la bandeja interior de la cámara de secado. En las Figuras 10 y 11 se observa los pequeños trozos de cebolla de verdeo antes y después del proceso de secado.



Figura 10: Cebolla de verdeo antes deshidratada.



Figura 11: Cebolla de verdeo del secado.

Secado de Manzana: Se cortaron las manzanas en rodajas del mismo espesor con la finalidad de reducir el tiempo de deshidratación de las mismas. En las Figuras 12 y 13 se observa la manzana antes y después del proceso de deshidratado respectivamente.



Figura 12: Manzana antes del secado.



Figura 13: Manzana deshidratada

Secado de Banana: Se procedió a cortar la banana en rodajas del mismo espesor como muestra la Figura 14. En la Figura 14 se aprecia la banana antes de realizar el proceso de secado y en la Figura 15 la banana deshidratada.

**Figura 14:** Banana antes del secado.**Figura 15:** Banana deshidratada.

Secado de verdura para sopa: las verduras para sopa que se deshidrataron fueron: cebolla, zanahoria, cebolla de verdeo, coliflor y zapallo. En las Figuras 16 y 17 se observan las verduras para sopa antes y luego del proceso de deshidratación respectivamente.

**Figura 16:** Verdura para sopa antes del secado.**Figura 17:** Verdura para sopa deshidratada.

Secado de Pan Esenio: Se lo elaboró a partir de los siguientes ingredientes: $\frac{1}{2}$ taza de harina de maíz. $\frac{1}{2}$ taza de harina de mandioca. Una cucharada de aceite de oliva. $\frac{1}{2}$ taza de agua tibia. Una cucharada de sal. 30 gramos de queso rallado. Una cucharada de orégano. 30 gramos de verdura para sopa deshidratada. 100 gramos de (semilla de girasol, chía, sésamo, lino dorado). El proceso fue el siguiente: los 100 gramos de los productos mencionados anteriormente se los dejó en remojo durante 4 horas, para luego colarlos. Luego se mezclaron todos los ingredientes en un bols hasta lograr una masa uniforme. Por último, se lo cortó en rectángulos como se observan en las Figuras 18 y 19. En las mismas se observa el pan esenio antes y después del deshidratado. Existen otras elaboraciones con el agregado de hierbas o frutas.

**Figura 18:** Pan esenio antes del secado.**Figura 19:** Pan esenio deshidratado

Secado de Nachos Vivos: Los ingredientes utilizados para producir los nachos vivos fueron: $\frac{1}{2}$ taza de polenta (harina de maíz). Una taza de harina 0000. Una cucharada de aceite oliva. $\frac{1}{2}$ taza de agua tibia. Una cucharada de sal. 30 gramos de queso rallado. Una cucharada de pimentón. Una cucharada de orégano. Sal para terminar. El proceso fue el siguiente: se mezclaron todos los ingredientes en un bols hasta lograr una masa uniforme. Se dejó reposar 10 minutos. Luego se estiro la masa en una mesada con un espesor de 3 mm y se procedió a cortar en tiras como se observa en la Figura 20.



Figura 20: Nachos vivos antes del secado.



Figura 21: Nachos vivos deshidratados.

En las Figuras 20 y 21 se observa los nachos vivos antes y luego del deshidratado.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación, se exponen los resultados obtenidos. En la Tabla 1 se muestra los valores de Humedad y contenido de Nitrógeno total antes y después del proceso de deshidratado de los vegetales y productos elaborados.

Tabla 1: Valores determinados antes y después del proceso de deshidratado

Vegetal Elaborados	Humedad Inicial	Humedad Final	Nitrógeno Inicial	Nitrógeno Final
Zanahoria	74,425%	11,818%	0,5424%	1,0174%
Cebolla	29,176%	18,216%	0,2598%	1,6610%
Cebolla de verdeo	73,667%	46,202%	2,7939%	3,9488%
Zuchini	86,315%	38,411%	3,2831%	5,3802%
Banana	82,179%	4,405%	0,7127%	0,8056%
Manzana	83,853%	16,022%	1,0538%	1,9589%
Verdura para sopa	90,442%	4,656%	0,2859%	0,6053%
Pan esenio	71,259%	0,642%	12,0853%	12,9867%
Nachos vivos	77,321%	2,190%	10,6942%	11,5647%

Como se puede observar la Humedad Final, que corresponde a los alimentos deshidratados es significativamente inferior a la Humedad Inicial correspondiente a los vegetales frescos y a los productos elaborados sin secar, lo mencionado indica el alto nivel de eficacia del proceso de secado solar. Respecto del contenido de Nitrógeno Inicial, es decir antes del secado y el Nitrógeno Final, es decir luego de concluido el secado, se observa que los valores se incrementan significativamente en los alimentos deshidratados, esta variación no se debe al incremento del contenido de nitrógeno sino a la pérdida de agua que reduce significativamente la masa seca total sobre la que se determinan estos valores.

A continuación, se presentan en la Figura 22 las curvas correspondientes a los ensayos de secado de: cebolla, zuchini, cebolla de verdeo, zanahoria, manzana, banana, verdura para sopa, pan esenio y nachos vivos.

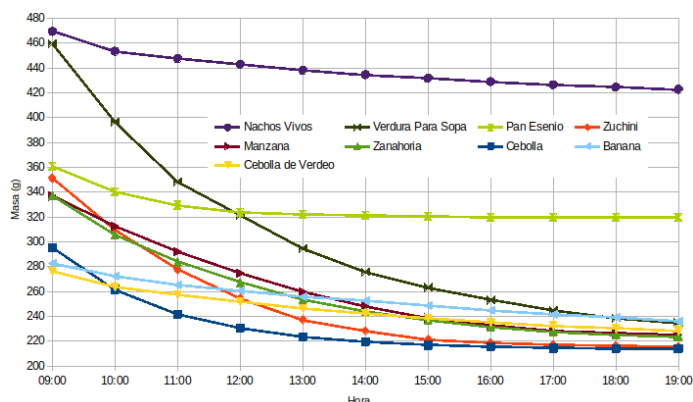


Figura 22: Curvas de secado de alimentos.

Puede observarse que la Verdura para Sopa presenta la mayor variación de contenido de agua llegando a un valor de disminución de peso de al rededor del 49%, mientras que los Nachos Vivos son los que tienen la menor variación de contenido de agua con una disminución de peso por debajo del 10%. Todos los demás alimentos ensayados presentan disminuciones de peso dentro de los rangos máximo y mínimo mencionados. Se observa además que las curvas, en todos los casos, mantienen la misma forma lo que indica lo regular del proceso de secado para distintas matrices ensayadas dando un indicio claro de la eficacia del proceso de secado.

En la Tabla 2 a continuación se observan los valores de Potencial de pardeamiento, Polifenoles totales y Capacidad antioxidante determinados al inicio y al final del proceso de secado en manzana, cebolla de verdeo y verdura para sopa.

Tabla 2: Propiedad bioactiva de vegetales.

Vegetal	Potencial de pardeamiento		Polifenoles totales		Capacidad antioxidante	
	Iniciales	Finales	Iniciales	Finales	Iniciales	Finales
Manzana	0,0073	0,8896	0,3699	0,5932	0,7861	0,5932
Cebolla de verdeo	0,0440	0,9560	1,2476	0,2782	0,1818	0,2782
Verdura para sopa	0,0170	0,6542	0,4372	0,1639	0,0689	0,1639

Se observa, en la manzana, un mayor contenido de Polifenoles totales luego de la deshidratación, esta variación es de un 58.4% de aumento y se puede atribuir a que el proceso de deshidratación mejora la capacidad de extracción de los polifenoles, conduciendo a una mejor detección. El mismo efecto registraron (Moussaoui et al, 2021) con el secado solar de cáscaras de manzanas, atribuyendo este efecto a que, durante el secado, algunos enlaces se rompen por acción de la temperatura, lo que permite la difusión de los compuestos fenólicos a través de la matriz del alimento, siempre y cuando las temperaturas sean inferiores a 80°C. Para el caso de la cebolla de verdeo y la verdura para sopa la cantidad de polifenoles totales disminuye en los productos deshidratados. El contenido relativo de los compuestos fenólicos extraíbles y detectables aumenta a medida que la humedad se elimina, ocasionando una acumulación de polifenoles después del secado, lo que se correlaciona con el grado de oscurecimiento observado principalmente en las en rodajas de manzana.

Respecto de la Capacidad antioxidante se observa que las manzanas frescas (expresada en porcentaje de inhibición del DPPH·) fue mayor que en las manzanas deshidratadas indicando un efecto degradativo de la deshidratación en la actividad antioxidante de estos frutos mientras que para la cebolla de verdeo y la verdura para sopa el efecto es inverso. Se sabe que el ácido ascórbico se descompone bajo la influencia del calor (temperaturas elevadas), la luz y el metal y se supone que esta sería la causa de la disminución en la actividad antioxidante.

El Potencial de pardeamiento en todos los casos aumenta en los productos deshidratados indicando el desarrollo de colores pardos como consecuencia del proceso aplicado. Resulta interesante la interpretación adecuada de estos datos dado que los mismos ponen de manifiesto lo importante de un adecuado control de temperatura de secado, en particular en matrices sensibles como la manzana que es la que presenta mayor grado de pardeamiento. Se pone de manifiesto que el secadero con control de temperatura por debajo de los 45°C será la herramienta idónea para la deshidratación de alimentos fisiológicamente saludables.

RECONOCIMIENTO

Se agradece al Becario Lautaro Niveyro por la colaboración.

CONCLUSIONES

Los vegetales y productos elaborados después del proceso de secado, presentaron textura más crujiente, sabor más marcado y una mayor conservación del producto.

El proceso de secado es satisfactorio para los vegetales y productos elaborados, para diferentes condiciones climáticas, debido a que los mismos se realizaron en diferentes meses del año 2023 y 2024, para radiaciones solares distintas.

La temperatura del aire de secado no supera los 45°C, mientras que la temperatura del agua proveniente del calefón solar alcanza valores superiores a los 50°C, indicando el correcto funcionamiento del control de temperatura del aire. De esta forma se evita la pérdida de calidad nutricional y sensorial de los vegetales y productos elaborados de alimentación fisiológica saludable.

Las determinaciones fisicoquímicas de los vegetales y alimentos deshidratados, indican la eficacia del proceso de secado solar desarrollado.

Los resultados derivados de este estudio, proporcionan información para predecir y controlar los cambios en la calidad de productos deshidratados. El proceso de secado, que asegura como valor máximo la temperatura del aire de secado de 45°C, resulta adecuado para la conservación de los alimentos manteniendo las características nutricionales de los mismos y generando un escaso costo de calidad en términos de pardeamiento.

Contribuciones de autores:

Rubén Ángel Spotorno: responsable de la redacción del artículo, tratamiento de los datos experimentales y la coordinación técnica y operativa de las tareas desarrolladas.

Juan José Pochettino: responsable del desarrollo de las tareas pertinentes a la obtención de datos volcados en el presente trabajo y búsqueda bibliográfica de papers sobre la temática del presente trabajo.

Carola Andrea Sosa: responsable del desarrollo de determinaciones analíticas de los vegetales y productos elaborados antes y luego del proceso de deshidratación, tratamiento de los datos de los ensayos químicos realizados.

Alfredo Fabián Sequeira: responsable de la redacción del artículo, realización de ensayos de secado, tratamiento e interpretación de datos obtenidos.

Financiamiento: las tareas desarrolladas en el marco del presente trabajo fueron financiadas por la Facultad Regional Resistencia de la Universidad Tecnológica Nacional.

Conflicto de interés: los autores no tienen potenciales conflictos de interés que declarar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie/Food Science and Technology*, 28: 25-30.
- Espinoza, Jaime S. (2016). Innovación en el deshidratado solar. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*. Vol 24. Pp. 72-80. Universidad de Tarapacá Arica, Chile.
- Hernández, V; Olvera, O; Guzmán, P. (2017). Secado de frutas y verduras con energía solar. *Revista de sistemas experimentales*. Vol4. Nº11. Pp.22-33. Ecorfan-Journal Bolivia. ISSN-2410-3950.
- Moussaoui, H., Bahammou, Y., Tagnamas, Z., Kouhila, M., Lamharrar, A., & Idlimam, A. 2021. Application of solar drying on the apple peels using an indirect hybrid solar-electrical forced convection dryer. *RenewableEnergy*, 168, 131-140.
- Singleton V.; R. Orthofer and R. Lamuela Raventos, 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*, 299:152-178.
- Spotorno, R; Pochettino, J; Ambrosig, R; Pinatti, G; Vargas, O; Veppo, J; Figueredo, G. (2023). Diseño y construcción de una precámara destinada al control de temperatura del aire para el secado solar de vegetales de alimentación fisiológica saludable. *ExITtec Claves para el Desarrollo*. Vol 8 (2). Pp 5-13. Año: 2023.FACENA-UNNE.
- Spotorno, R; Pochettino, J; García, F; Sequeira, A. (2024). Validación del diseño, construcción y puesta en funcionamiento de un secadero solar con control de temperatura de aire. *Actas del 5º Congreso de Energías Sustentables en Bahía Blanca*. Facultad Regional Bahía Blanca-UTN, AJEA-UTN Archivo Digital online 180-188. ISBN 978-950-42-0248-6. DOI: <https://doi.org/10.33414/ajea.1770.2024> .
- Vázquez, D; Camacho, I; Fernández, I. (1997). Manual del secado solar técnico de alimentos. Cochabamba: Energética: FAKT; RC-Ricerca e Cooperazione.
- Viña, S. Z., & Chaves, A. R. 2006. Antioxidant responses in minimally processed celery during refrigerated storage. *FoodChemistry*, 94(1), 68-74.