

10

Fecha de presentación: septiembre, 2021

Fecha de aceptación: octubre, 2021

Fecha de publicación: diciembre, 2021

ESTABLECIMIENTO DE UNA METODOLOGÍA DE DESHIDRATACIÓN DE PAPA (SOLANUM TUBEROSUM. L) UTILIZANDO MÉTODOS ECONÓMICOS Y ECOLÓGICOS

ESTABLISHMENT OF A POTATO DEHYDRATION METHODOLOGY (SOLANUM TUBEROSUM.L) USING ECONOMIC AND ECOLOGICAL METHODS

Rosa Maria Cepero Olivera¹

E-mail: rosamaria@unica.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4272-4707>

Damarys Pérez Luna¹

E-mail: damarys@unica.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7111-5281>

Damarys Montes Vargas¹

E-mail: damarysm@unica.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9593-3633>

¹ Universidad de Ciego de Ávila “Máximo Gómez Báez” Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Cepero Olivera, R. M., Pérez Luna, D., & Montes Vargas, D. (2021). Establecimiento de una metodología de deshidratación de papa (*Solanum tuberosum*. l) utilizando métodos económicos y ecológicos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 84-91.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agropecuaria perteneciente a la universidad de Ciego de Ávila “Máximo Gómez Báez”. El material de estudio fueron papas de la variedad Santana provenientes de la Empresa de Cultivos Varios “La Cuba”. En la investigación se montaron cuatro experimentos con el objetivo de establecer una metodología para la deshidratación de papa (*Solanum tuberosum*. L) con tecnología artesanal. En el proceso experimental se obtuvo que en el proceso de la deshidratación parcial la solución de cloruro de sodio al 20% durante 4 horas presentaron los mejores resultados, mientras que la cinética de secado el resultado más eficiente se obtiene con el secador convencional seguido del secador rustico y por último el sol directo, los análisis microbiológicos realizados a los 15 días después de empaquetar, demostrando que no había crecimiento de hongos y levaduras. En esta investigación, los análisis estadísticos se realizaron mediante el procesador SPSS – 11.5 para Windows y por la prueba de hipótesis para la comparación de ANOVA.

Palabras clave:

Deshidratación, tecnología artesanal, secador

ABSTRACT

The present work was carried out in the Microbiology Laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences belonging to the University of Ciego de Ávila “Máximo Gómez Báez”. Potatoes of the Santana variety from the “La Cuba” Various Crops Company were used as material for the study. This research included four experiments aimed at establishing a methodology for the dehydration of potato (*Solanum tuberosum* L.) with traditional technology. The experimental process of partial dehydration showed the best results with the use of the solution of sodium chloride at 20% for 4 hours, whereas the kinetics of drying showed the most efficient results using the conventional dryer, followed by the rustic dryer and then by the direct sun. The microbiological analysis carried out 15 days after packing showing that there was no growth of fungi or yeasts. In this research, statistical analyses were performed using SPSS - 11.5 for Windows and by hypothesis test for ANOVA comparison.

Keywords:

Dehydration, traditional technology, dryer.

INTODUCCCIÓN

La preservación de alimentos es fundamental pues prolonga la vida útil de los mismos al mantener, en el mayor grado posible, sus atributos de calidad, incluyendo color, textura, sabor y especialmente valor nutritivo, es uno de los métodos más antiguos y tuvo su origen en los campos de cultivo cuando se dejaban deshidratar de forma natural las cosechas de cereales, heno, y otros, antes de su recolección o mientras permanecían en las cercanías de la zona de cultivo. Es la deshidratación es bien conocida como método de preservación de alimentos, porque constituye una operación unitaria y compleja en donde se combinan los fenómenos de transferencia de calor, masa y momento. El éxito de este procedimiento reside en que, además de proporcionar estabilidad microbiológica, debido a la reducción de la actividad del agua, y fisicoquímica, aporta otras ventajas derivadas de la reducción del peso, en relación con el transporte, manipulación y almacenamiento, por cuanto permite generar productos bajo los principios de mejoramiento de la calidad y ahorro energético (Della Roca & Mascheroni, 2015).

El consumo de papas deshidratadas ha aumentado considerablemente en los últimos tiempos. En la mayoría de los métodos de deshidratación de alimentos vegetales, se utilizan como producto conservante el metabisulfito de sodio y otros productos químicos. Actualmente, con las tendencias de la disminución de productos químicos, que pueden tener posibles secuelas en la salud humana, se hace necesario la búsqueda de tecnologías más limpias, para la conservación de alimentos, con el fin de obtener productos industrializados lo más natural posible y así elevar su valor ecológico. (Cardeña & Yepes, 2015).

El uso de la sal para la conservación de los alimentos está muy extendido, debido a que aporta sabor, ejerce un efecto conservador e influye en la textura y otras características. La sal empleada debe de ser de buena calidad, es decir, un color blanco y debe encontrarse libre de bacterias halofíticas y materias extrañas. El mecanismo de la acción conservante, especialmente de la sal, se debe a un aumento de la presión osmótica que producen, a medida que van penetrando en los líquidos tisulares. Se genera, entonces, una *plasmólisis*, o sea, una contracción del protoplasma celular en los tejidos, tanto del alimento como de los cuerpos bacterianos, a causa de una pérdida de agua e intercambio de sales por osmosis, a través de la membrana celular. Como consecuencia se produce una desnaturalización de las proteínas y con ello una inhibición enzimática en las bacterias y en el alimento (Acevedo, et al., 2017). La conservación

de papa por ser un cultivo en nuestro país de una época del año se hace necesario la búsqueda de diferentes alternativas y métodos de conservación para lograr durabilidad de estas en el mercado, mediante la aplicación de procedimientos naturales. La presente investigación desarrollo con el objetivo de establecer una metodología para la deshidratación de papa (*Solanum tuberosum. L*) con tecnología artesanal.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Ciego de Ávila. El material utilizado fue tubérculos de papa de la variedad Santana, obtenidos en la campaña de la provincia de Ciego de Ávila.

De acuerdo con la secuencia experimental, se procedió a lavar los tubérculos de papas manualmente con agua corriente, luego fueron escurridos y se eliminaron aquellos que no presentaban el grado de madurez considerado óptimo, así como aquellos que presentaban magulladuras o pudriciones.

Para el pelado bajo la inmersión en agua, se utilizó un cuchillo de acero inoxidable. Los elermeyer, la probeta graduada y los recipientes utilizados fueron lavados con detergente y esterilizados para evitar alguna contaminación que alterasen los resultados de la investigación.

Luego de escurridas, ya peladas las papas, se procedió a realizar el rebanado con una chicharrera conformándose la forma de rodajas y con el cuchillo en forma de juliana. Se emplearon 100 ml de agua destilada con diferentes concentraciones de sal que se muestran a continuación, denominados Tratamientos (Guzmán, et al., 2012).

- 100 ml de agua destilada+ sal 5 g/L.
- 100 ml de agua destilada+ sal 10 g/L.
- 100 ml de agua destilada+ sal 15 g/L.
- 100 ml de agua destilada+ sal 20 g/L.
- 100 ml de agua destilada+ sal 25 g/L.

En cada tratamiento se sumergieron 50 g del material en cada una de las formas de cortes (rodajas y juliana), para determinar cuál de las soluciones se comportaba mejor, en cuanto a la pérdida de agua y en qué tiempo ocurría dicho proceso, para lo cual se les evaluaba el peso cada dos horas hasta completar 12 horas, manteniendo constante una temperatura ambiente de 23°C, reinante en el laboratorio de Microbiología (Figura 1) (Singh, et al., 2012).

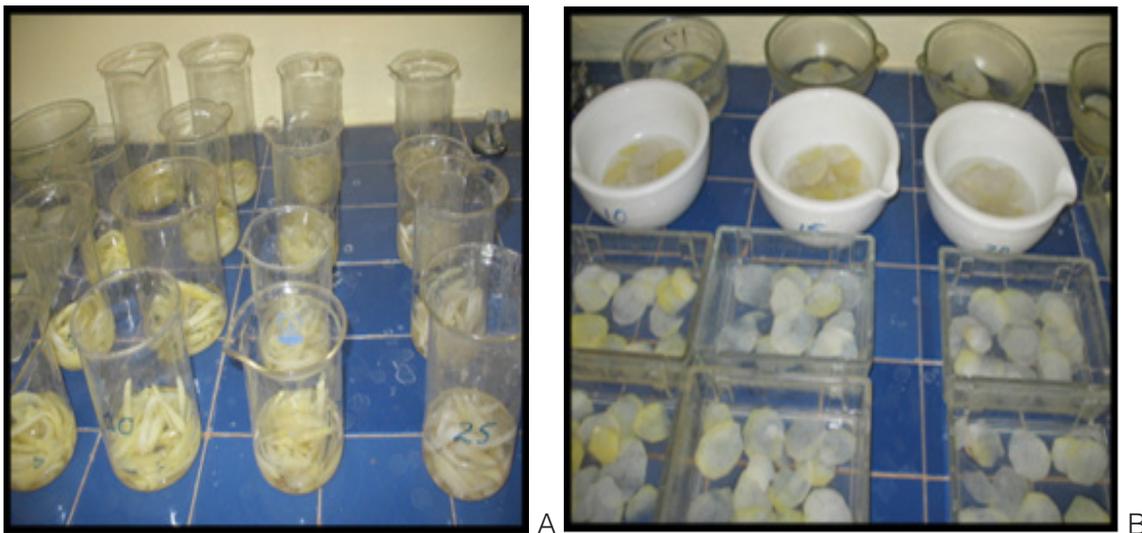


Figura 1. Diferentes formas de corte del tubérculo de papa sumergidas en las diferentes concentraciones de para la deshidratación osmótica.

Leyenda: A: corte en forma de Rodajas y B: corte en forma de Juliana Deshidratación mediante la estufa, el secador solar y al sol directo.

Para esta investigación se utilizó la solución de mejor comportamiento de acuerdo con los objetivos propuestos en la etapa anteriormente descrita, resultando ser la de 20 % de cloruro de Sodio. En cada tratamiento tenían una masa de 50g de las papas cortadas en forma de juliana, las que se mantuvieron en inmersión por 12 horas; luego se escurrió para el procedimiento del secado. La deshidratación de las papas fue realizada en un secador de bandejas eléctrico conocido por Estufa (figura 2^a), sol directo (figura 2B) y secador solar (figura 2C), con una temperatura de 60°C tanto en la estufa como en el secador solar rústico.

En este proceso de deshidratación se evaluó la cinética del secado, ésta fue determinada pesando el material en un intervalo de tiempo cada 60 minutos hasta que el producto estuviese completamente deshidratado

Cuando las papas estaban completamente deshidratadas, se procedió al empaquetado en bolsas de nylon. El sellado se realizó con una selladora eléctrica, que garantizó la hermeticidad de la bolsa.

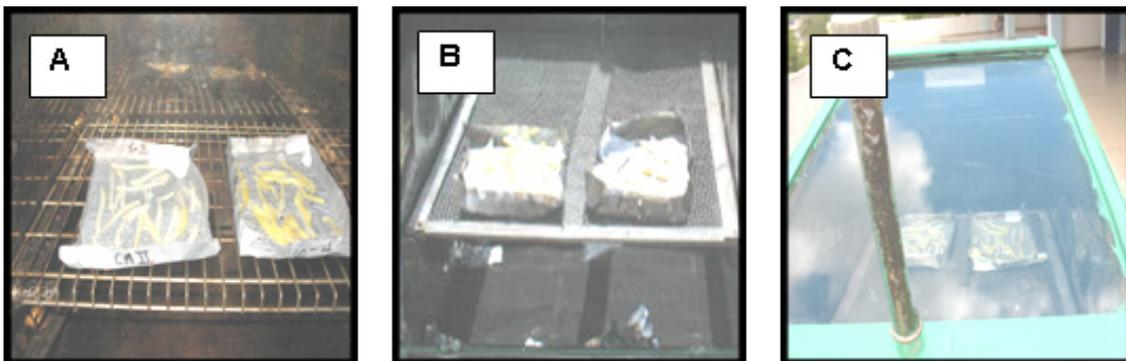


Figura 2. Tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*. L) colocadas en deshidratadores. Leyenda: A: Estufa eléctrica, B Secador al sol directo, C Secador solar artesanal.

Caracterización microbiológica.

La calidad microbiológica fue determinada a los 15 días posteriores del empaque, tomando como referencia lo propuesto en la metodología de Novo & Quintana (1992).

De cada dilución se sembró 1ml por profundidad en tres placas para cada uno de los microorganismos, posteriormente se procedió a verter el Agar correspondiente.

Los microorganismos estudiados fueron bacterias, hongos y levaduras, para ello se siguió la metodología sugerida por Novo & Quintana (1992).

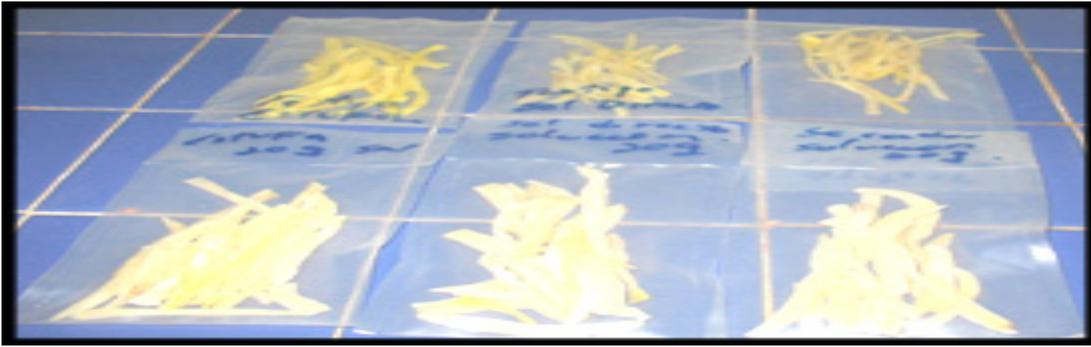


Figura 3. Empaque de los tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*. L) con el método de corte Juliana.

Valoración económica

En este epígrafe se lleva a cabo un análisis desde el punto de vista del consumo energético en que incurren ambas “tecnologías”, obviándose los gastos incurridos en la construcción y/o adquisición de las mismas.

Por tal motivo, según datos suministrados por (Cardeña & Yepes, 2015), se consideran los siguientes:

Gasto energético del secador solar: 1.85 kWh/día.

Gasto energético del secador eléctrico (estufa): 4.4 kWh/día

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Al evaluar la influencia de las diferentes concentraciones de cloruro de sodio en la pérdida de masa por deshidratación osmótica, en el tiempo (Figura 4), se observa que ambos disminuir el contenido de humedad en las muestras.

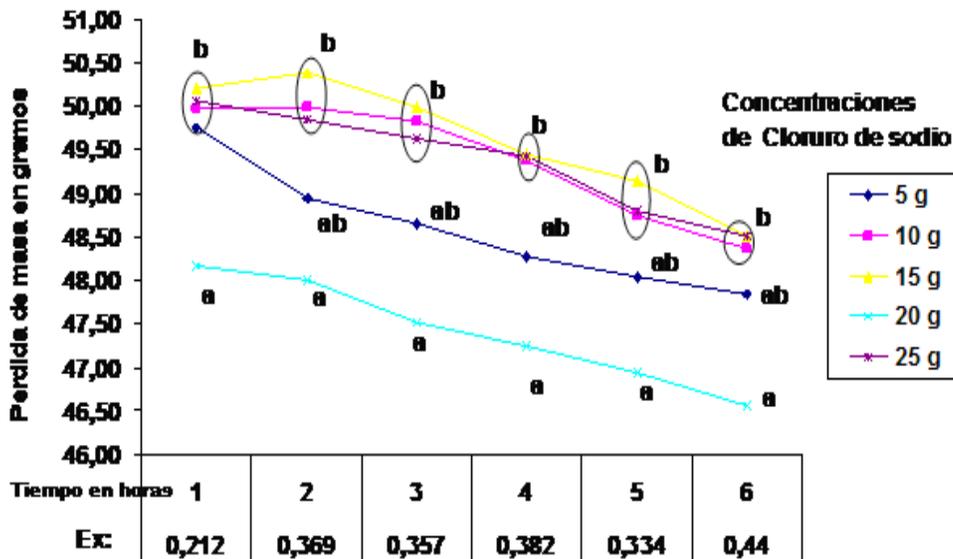


Figura 4. Pérdida de masa en rodajas de papa durante la deshidratación osmótica en diferentes concentraciones de Cloruro de Sodio. Medias con letras desiguales difieren según ANOVA ($p \leq 0.05$) para cada momento.

Como se puede apreciar el tratamiento con la concentración 20% de cloruro de sodio provoca una disminución significativa del peso de la muestra desde el primer momento. Estos resultados coinciden con (Cardeña & Yepes, 2015) y (Duran, Albesa, Buonfiglio, & Goldner, 2018), quienes a concentraciones de cloruro de sodio de 20% obtuvieron una mejor deshidratación en el tubérculo de papa logrando mejores resultados y más factible económicamente, comparándolas con dosis más altas de esta solución.

Esto es posible a la fuerza que ejerce la solución osmodeshidratadora en función de su concentración y particularidades favoreciendo al entrar en contacto los dos sistemas la ocurrencia de un rápido flujo de agua a través de las membranas en busca de un equilibrio. Estos resultados destacan las características que posee

este tipo de proceso al presentar una primera fase con una velocidad alta de transferencia, que corresponde a la salida del agua desde las células superficiales que se encuentran en contacto con la solución osmótica según (Duran, Albasa, Buonfiglio, & Goldner, 2018).

Con respecto a la influencia del tipo de corte (Figura 5), sobre la pérdida de peso por deshidratación se pudo observar que las papas cortadas a “La Juliana” tuvieron una pérdida de peso significativamente superior a la papa cortada en rodajas, independientemente del tiempo transcurrido. De esta forma existe una uniformidad en la deshidratación y es mucho más rápida, además tiene una **presentación más estética y elegante** (Guzmán, et al., 2012).

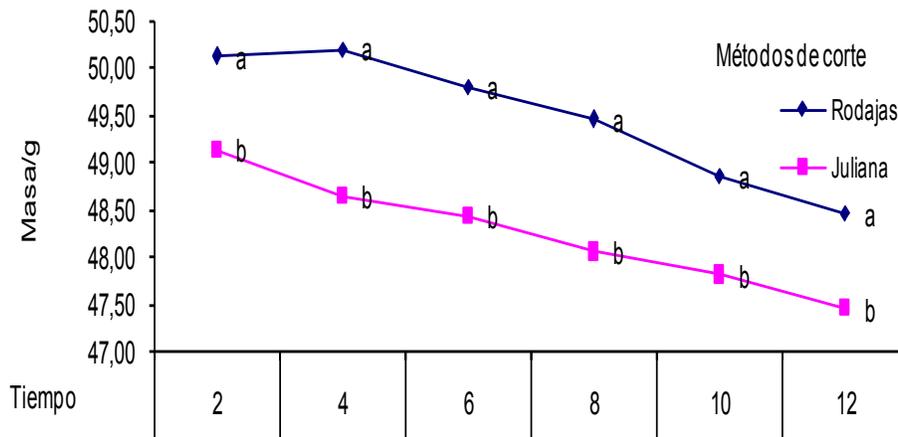


Figura 5. Pérdida de masa de la papa durante la deshidratación osmótica en diferentes métodos de cortes. Medias con letras desiguales difieren según ANOVA ($p \leq 0.05$) para cada momento.

Comportamiento de las papas en el proceso de deshidratación mediante Secador Convencional, Sol directo y Secador solar.

En la Figura 6 se presentan los datos concernientes al comportamiento de la cinética en el secado de la papa en los tres tratamientos empleados, tomándose en consideración que en todos los casos la muestra inicial presentaba un peso homogéneo.

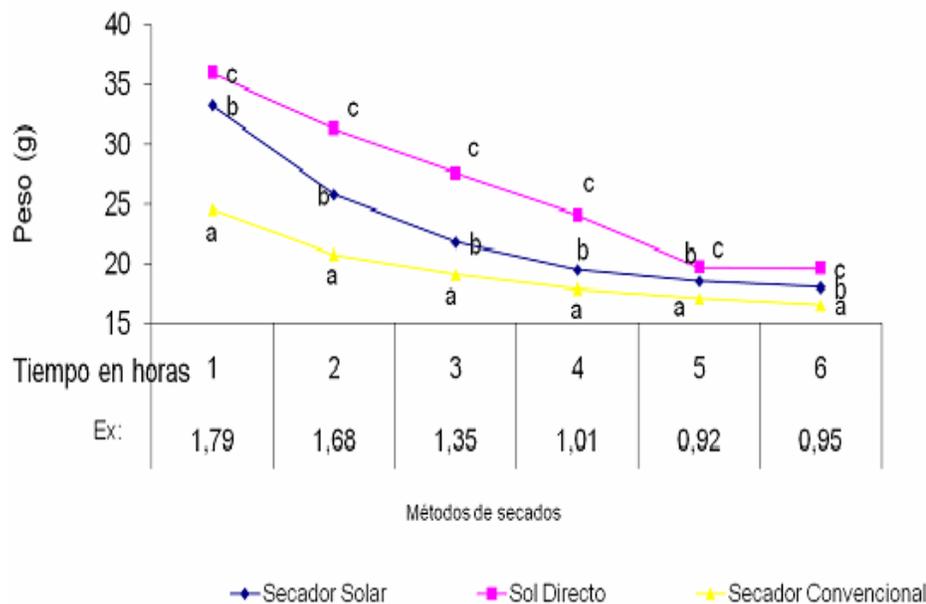


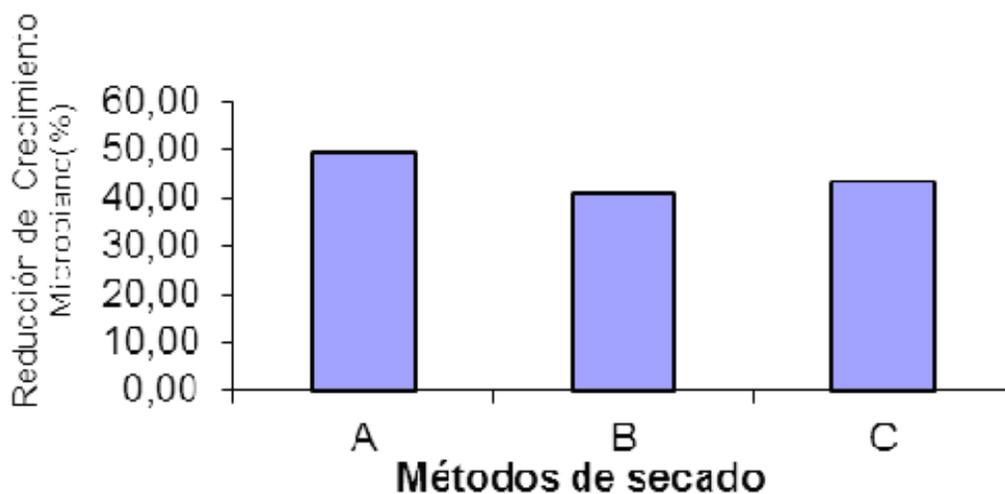
Figura 6. Cinética del secado de las papas mediante la utilización del Secador solar, Sol directo y Secador Convencional. Medias con letras desiguales difieren según ANOVA ($p \leq 0.05$) para cada momento.

Se aprecia que cuando se utiliza la Secador Convencional realizó el secado más rápido, siendo este mismo método el que logra la más eficiente deshidratación con valores de pérdida de humedad de 16.5g en sólo tres horas. Meritorio destacar resulta el comportamiento que siguen los otros dos métodos, los cuales alcanzan un peso final de 18,04 g y 19,63 g, para el secador solar y la exposición directa al sol, respectivamente, Este comportamiento permite recomendar la utilización de cualquiera de estas dos últimas variantes, sólo si nos atenemos al ahorro de energía, argumentos que le confieren mayores beneficios económicos. Similares resultados informan (Acevedo, et al., 2017).

Estudios realizados por (Hernández, Victor, Omar , Pedro, & David, 2017), en la deshidratación de papa obtuvo resultados similares pero transcurridos 5 horas, coincidiendo los mejores resultados en el sacador solar. Por su parte Acevedo, et al. (2017), afirman que con la aplicación del desecador solar se obtenía bajo costo de inversión y utilización, motivos por los cuales propone a esta tecnología de conservación como la adecuada para condiciones de bajos insumos.

Dinámica del crecimiento de bacterias

En la figura 7 se compara la cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC/g de alimento) de bacterias estudiadas transcurridos los primeros quince días después de empacados.



Leyenda: A Sol Directo, B Secador Convencional, C Secador Solar.

Figura 7. Comportamiento crecimiento microbiano en la papa de los microorganismos ante diferentes métodos de deshidratación: Secador solar, Sol directo y la Estufa. Medias con letras desiguales difieren según ANOVA ($p \leq 0.05$) para cada momento.

La figura 7 muestra el crecimiento de las bacterias en cada método de deshidratación estudiado, lo cual se atribuye al nivel de deshidratación que alcanzaron las papas con la utilización de estas técnicas, por lo que es posible el empleo de cualquiera de las tres modalidades de secado para deshidratar alimentos.

Comportamientos similares informan Mauteucci, et al. (2017), al plantear que la temperatura puede afectar a todas las etapas del crecimiento bacteriano: fase de latencia, velocidad de crecimiento, número final de células. Dichas investigaciones afirman la destrucción de los microorganismos por efectos del calor (temperatura superior a aquéllas a las que crecen los microorganismos), aspecto que asocian a la coagulación de las proteínas y a la inactivación de las enzimas necesarias para su normal metabolismo, lo que provoca su muerte o lesiones subletales (Khaneghah, et al., 2020).

Investigaciones realizadas por Della Roca & Mascheroni (2015), y citado por Ceballos, et al. (2014), señalan que la sal puede actuar de varias formas para inhibir el crecimiento microbiano y preservar el alimento, la más conocida es la que se basa en la reducción de la cantidad de agua disponible a los microorganismos para los procesos de crecimiento, que los conlleva a su letalidad.

Con respecto a la presencia de los hongos y levaduras en los tres métodos de secado estudiado se apreció que no hubo crecimiento. Esto pudo ser posible por el nivel de deshidratación que alcanzaron los alimentos

con la utilización de estas técnicas, también de una forma u otra la temperatura influyo desde un punto de vista en el resultado, por lo que es posible el empleo de cualquiera de las tres modalidades de secado para deshidratar alimentos (Abdulhussain & Razavi, 2020).

El proceso de escaldado reduce las poblaciones de hongos y levaduras contaminantes debido a que el calor desnaturaliza las proteínas e inhibe el crecimiento de ellos sobre las superficies del alimento y, en consecuencia, ayuda a las operaciones posteriores de conservación (Ceballos, et al., 2014).

De los tres métodos de deshidratación empleados, y dado que el tiempo necesario para que las papas alcancen el contenido de humedad requerido para su envasado fue similar, es que sólo se toma en consideración los gastos incurridos en el uso de la energía eléctrica. Por tal motivo se parten de las siguientes condiciones: Gasto energético del secador solar: 1.85 kWh/día. Y Gasto energético del secador eléctrico (estufa): 4.4 kWh/día

Por lo anterior es que en las 3 horas que se necesita que trabaje la Secador Convencional el consumo sería de 0.18 KWh, mientras que, en el secador solar, a pesar de requerir una hora más el consumo es de sólo 0.07 KWh, razones obvias que le confieren la factibilidad de su empleo a esta última variante de conservación (Figura 8).

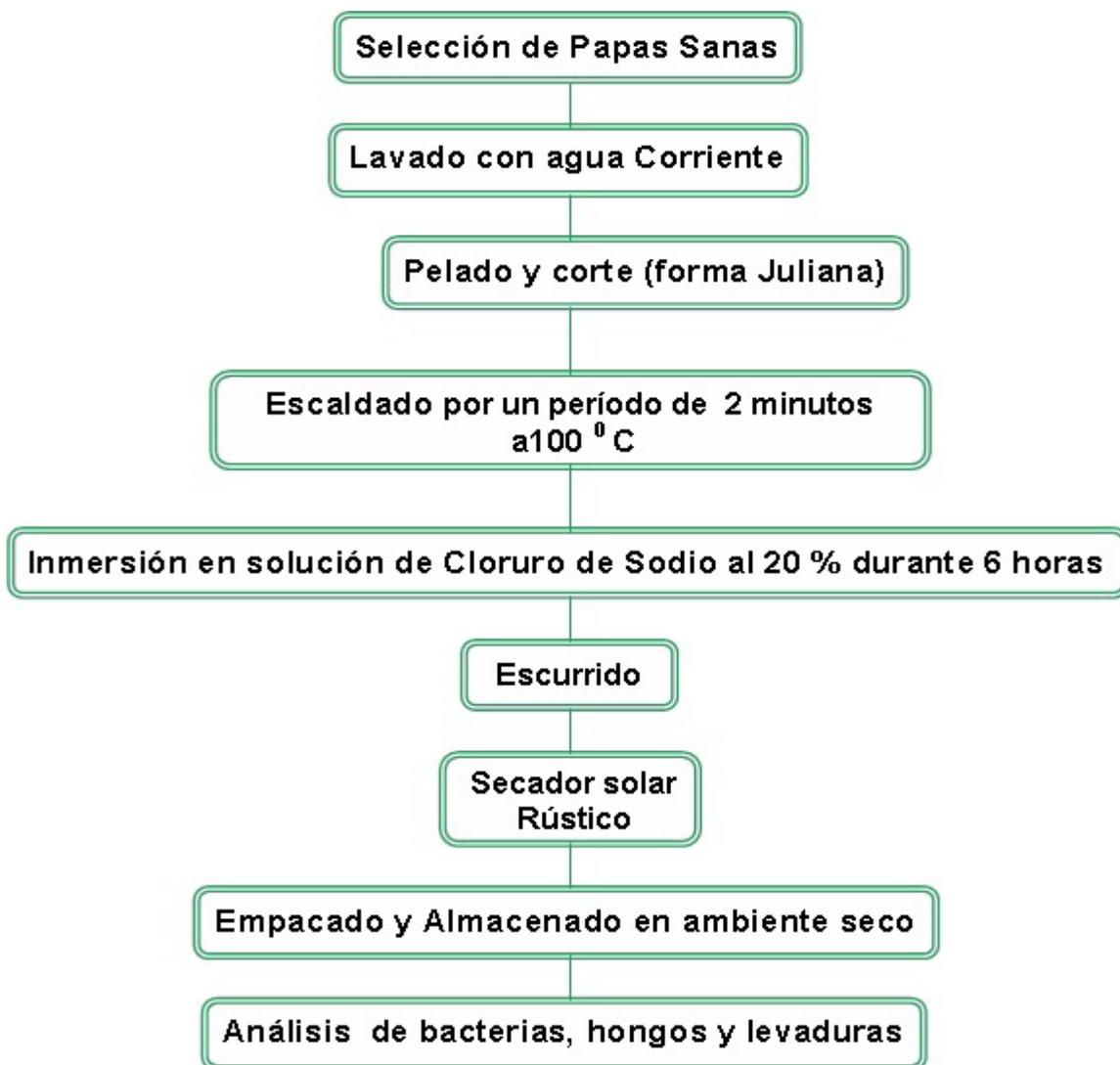


Figura 8. Esquema general de la metodología para la deshidratación de papa (*Solanum tuberosum. L*) con tecnología artesanal.

CONCLUSIONES

Se logra establecer una metodología de deshidratación de papa mediante tecnologías artesanales. La deshidratación parcial de las papas se obtiene con la inmersión durante 4 hora en solución de NaCl al 20 %. En la cinética de secado el resultado más eficiente se obtiene con el secador convencional seguido del secador rustico y por último el sol directo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulhussain Kareem, R., & Razavi, S. H. (2020). Planta ricinbacteriocins: As safe alternative antimicrobial peptides in food preservation—A review. *Journal of Food Safety*, 40(1).
- Acevedo, D., Guzmán, L., & Granados, C. (2017). Efecto del escaldado, deshidratación osmótica y recubrimiento en la pérdida de humedad y ganancia de aceite en trozos de papa criolla fritas. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 170 - 176.
- Cardeña, R., & Yepes, C. J. (2015). Diseño, construcción y evaluación de un secador solar directo para la deshidratación de la papa por convención natural. (Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Ceballos, E. M., Ortis, M. T., & Jiménez, M. (2014). Cambios en las propiedades de las frutas y verduras durante la deshidratación con aire caliente y su susceptibilidad al deterioro microbiano. *Temas selectos de ingeniería de los alimentos*, 6, 98-110.
- Chen, J., Liao, C., Ouyang, X., Kahramanoğlu, I., Gan, Y., & Li, M. (2020). Antimicrobial activity of pomegranate peel and its application son food preservation. *Journal of Food Quality*, 2020.
- Della Roca, P., & Mascheroni, P. (2015). Deshidratación de papas por métodos combinados de secado: deshidratación osmótica, secado por microondas y convección con aire caliente. *Proyecciones*, 9(2).
- Duran, G. F., Albesa, G., Buonfiglio, M. C., & Goldner. (2018). Ensayos de secado en laboratorio de papa andina y papa criolla. Obtención experimental de coeficientes de secado Grupo de Investigación y Desarrollo para la Agroindustria (GIDAI) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Instit.
- Guzmán¹, L., Acevedo¹, D., & Granados, C. (2012). Efecto del escaldado, deshidratación osmótica y recubrimiento en la pérdida de humedad y ganancia de aceite en trozos de papa criolla fritas. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 170 - 176.
- Hernández-Gómez, V., Olvera-García, O., Guzmán-Tinajero, P., & Morillón-Gálvez, D. (2017). Secado de frutas y verduras con energía solar. *Revista de Sistemas Experimentales*, 4(11), 22-33.
- Khaneghah, A. M., Abhari, K., E , I., Soares, M. B., Oliveira, R. B., Hosseini, H., Rezaei, M., Balthazar, C. F., Silva, R. Cruz, A., Ranadheera, C. S., & .Sant'Ana, A. (2020). Interactions bet ween probiotics and pathogenic microorganisms in hosts and foods: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 95, 205-218.
- Mauteucci, R. R., Della Roca, P. A., & Mascheroni, R. H. (2017). Estudio microbiológico y estructural de papas deshidratadas por métodos combinados y envasadas en atmósfera modificada. Universidad Tecnológica Nacional.
- Novo, R., & Quintana, E. (1992). *Prácticas de microbiología*. Editorial Pueblo y Educación.
- Singh, B., Penesar, P. S., Nanda, V., & Kennedy, J. F. (2012). Optimization of osmotic dehydration conditions of peach slices in sucrose solution using response surface methodology. *J. Food Science & Technology*, 49(5), 547–555.