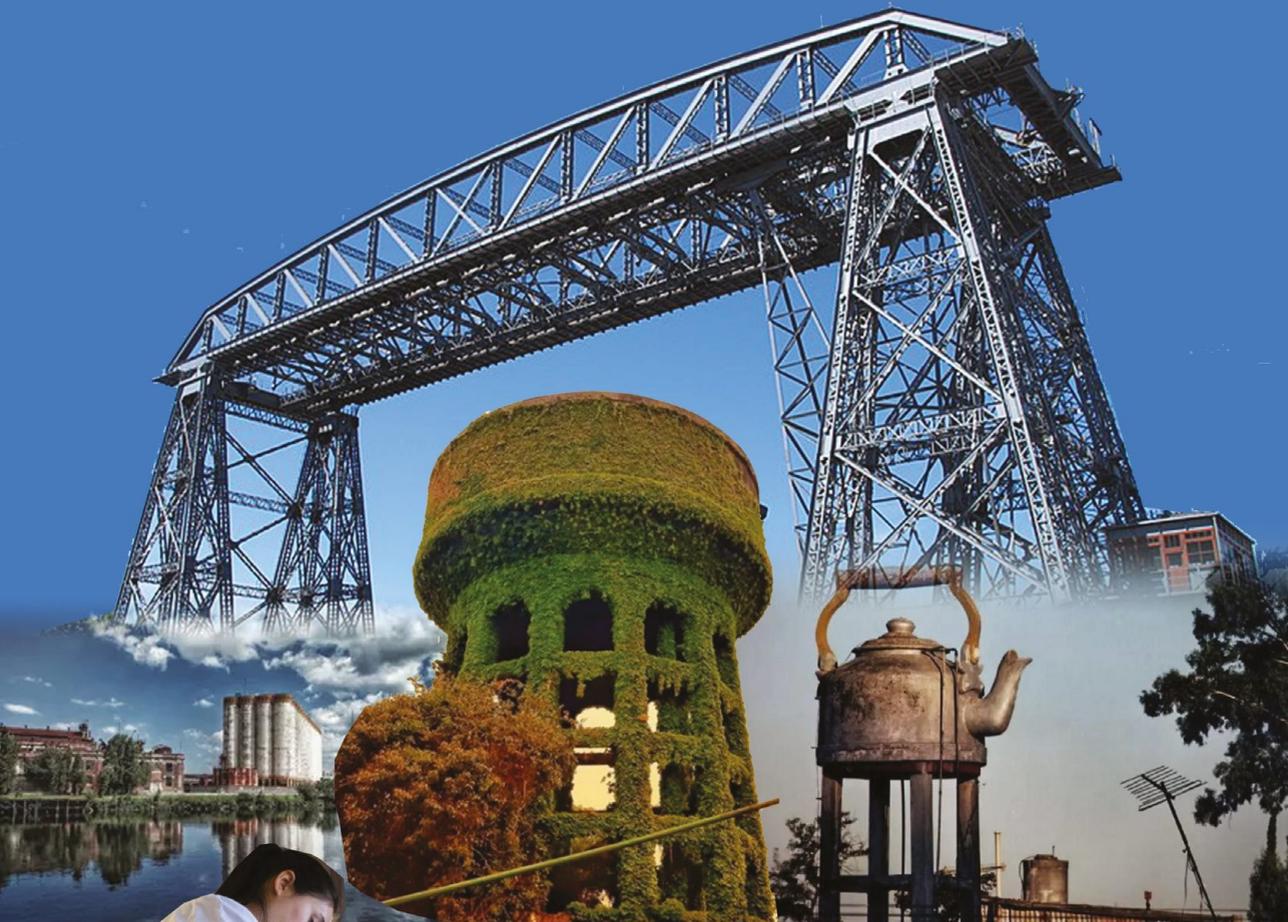


¿En qué conurbano queremos vivir?

Obra colectiva de las universidades del conurbano



AAPC
ASOCIACIÓN ARGENTINA PARA
EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS
Editorial AAPC

Ana Bidiña / Miguel Ángel Blesa / Jorge Fernández Niello / Patricia Gutti / Pablo Jacovkis / Liliana Semorile

¿En qué conurbano queremos vivir?

Obra colectiva de las universidades del conurbano

¿En qué conurbano queremos vivir? : obra colectiva de las universidades del conurbano / Ana Bidiña ... [et al.] ; Editado por Ana Bidiña ... [et al.]; prólogo de Daniel Eduardo Martínez ... [et al.]. 1a ed - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias, 2023.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-48617-3-3

1. Sociología Urbana. 2. Medio Ambiente. 3. Política Sanitaria. I. Bidiña, Ana, ed. III. Martínez, Daniel Eduardo, prolog.

CDD 344.046

Ficha de catalogación

¿EN QUÉ CONURBANO QUEREMOS VIVIR?

Obra colectiva de las universidades del conurbano

Editores

Ana Bidiña, Miguel A. Blesa, Jorge Fernández Niello, Patricia Gutti, Pablo Jacovkis y Liliana Semorile

Diseño de tapa: Pamela Sánchez Uriarte

Dirección de Prensa y Comunicación Institucional (UNQ).

Maquetador: Gabriel Martín Gil

Editado en 2023 por



Prohibida su reproducción total o parcial sin citar la fuente

ISBN Nº 978-987-48617-3-3

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723

<http://www.aargentinapciencias.org/>

© 2023 ASOCIACIÓN ARGENTINA PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS

ÍNDICE

¿EN QUÉ CONURBANO QUEREMOS VIVIR?

Obra colectiva de las universidades del conurbano

PRÓLOGOS

Daniel Eduardo Martínez, Rector

Universidad Nacional de la Matanza (UNLaM) 1

Alfredo Alfonso, Rector

Universidad Nacional de Quilmes (UNQ) 2

Carlos Greco, Rector

Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) 4

Martín Kaufmann, Rector

Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF) 6

PRÓLOGO DE LOS EDITORES 8

PRIMERA PARTE: Análisis General

Capítulo 1: La Iniciativa ¿En qué conurbano queremos vivir?

(documento fundacional suscrito por ocho universidades del conurbano en 2018) 14

Capítulo 2: Las Universidades y el sistema de ciencia y técnica en el conurbano, después de la pandemia

por **Ana Bidiña** (UNLaM),

Miguel A. Blesa (UNSAM), **Jorge Fernández Niello** (UNSAM),

Patricia Gutti (UNQ), **Pablo Jacovkis** (UNTREF) y

Liliana Semorile (UNQ) 41

SEGUNDA PARTE: El ambiente

Capítulo 3: Dinámica socio-ambiental relacionada con los recursos hídricos de la Cuenca
por **Fernando Luján Acosta, María Victoria Santorsola, Mariana Beccaría, Valeria Weston, Agustina Celia y Claudio Karlem** (UNLaM) . 49

Capítulo 4: Calidad del aire y de las aguas superficiales del Área Metropolitana de Buenos Aires
por **Marina F. Geler, Elsa G. López Loveira y Vera Mignaqui** (UNSAM) .. 75

Capítulo 5: Espacios verdes en el conurbano bonaerense: Restauración ambiental del predio “Batalla de Villamayor” en la Cuenca Matanza-Riachuelo, Municipio de Marcos Paz, Buenos Aires, Argentina
por **Analía Soledad Nanni, Pamela Krug, Celeste Merino, Sofia Fantoni, Lucila Sandri, Mauro Sanchez, Griselda Polla y Vera Mignaqui** (UNSAM)117

Capítulo 6: Conurbano sostenible, residuos textiles, empleo y vivienda digna
por **Marta Edith Yajnes y Roberto Rafael Busnelli** (UNSAM).....136

TERCERA PARTE: Salud

Capítulo 7: Estudios de resistencia a insecticidas en insectos de importancia sanitaria realizados en el CIPEIN
por **Raúl Alzogaray, Mariano Cáceres, Paula V. Gonzalez, Laura V. Harburguer, M.M. Noel Reynoso, Gonzalo Roca-Acevedo, Pablo L. Santo Orihuela, Emilia A. Seccacini, Ariel C. Toloza, Claudia V. Vassena, Eduardo N. Zerba** (CIPEIN/CITEDEF y UNSAM).....165

Capítulo 8: Telas antivirales para barbijos: una reacción de I+D frente a la pandemia
por **Silvia Goyanes, Roberto J. Candal, Griselda Polla, Ana María Llois, Lucia Famá, Lucas Guz, Belén Parodi, Patricio Carnelli, Alicia Vergara, David Picón, Lucía Quintero Borregales, Edgard Diaz Diaz y Federico Trupp**.....199

Capítulo 9: El impacto de la contaminación ambiental en la salud pública
por **Ángel R. Navarro, Martín H. Costantini y Gerardo D. Castro** (CEITOX/CITEDEF y UNSAM)218

Capítulo 10: Ruidos y daños a la salud en el partido de Tres de Febrero
por **Nidia Fátima Ferraroti** y **Antonio Rubén Jarne** (UNTREF)254

CUARTA PARTE: Educación

Capítulo 11: Estrategias para la enseñanza de la salud comunitaria en el conurbano bonaerense
por **Silvia Fontán, Juan Boasso, María Daniela Rímoli Schmidt, María Luciana Arauz, Magdalena Bouzigues, Victoria González, Maricel Melita, Laura Adamantino, Juan Smalc** y **Andrea Balagna** (UNLaM) ...294

Capítulo 12: Pedagogías para la justicia desde ciudadanías juveniles del GBA Sur por **Matías Penhos** y **Cecilia Touris** (UNQ).....312

Capítulo 13: En busca de oportunidades: jóvenes universitarios en el conurbano profundo, desigualdad y fragmentación socioespacial por **Alicia Lezcano** (UNLaM)338

QUINTA PARTE: Aspectos sociales

Capítulo 14: Las agendas municipales del conurbano bonaerense en la pandemia del COVID-19
por **Daniel Cravacuore** y **Ángeles Traina** (UNQ)366

Capítulo 15: La exclusión hecha para que dure: problemáticas “ambientales” del hábitat popular
por **Oliver Davenport** y **Agustín Bidinost** (UNQ)386

Capítulo 16: El metabolismo social y los cambios en la salud de suelos de interface en la ecorregión Pampa
por **Laura Ramos** (UNGS).....420

Capítulo 17: ¿Es posible un nuevo modelo de desarrollo territorial para el conurbano bonaerense?
por **Joaquín Tomé, L. Pacheco, G. Cévalo Boro** y **M. Aizen** (UNSAM)448

SEXTA PARTE: Tecnologías para la agroindustria y para el desarrollo sostenible

Capítulo 18: Análisis climatológico de Quilmes para el uso e implementación de un deshidratador solar de alimentos
por **Guadalupe Leva, Bárbara Bianchi,** y **Damián Lampert** (UNQ)473

Capítulo 19: Referentes comunitarias trabajando por la soberanía alimentaria por Melina Méndez y Denisse Reynoso Peitsch (UNLaM)	496
Capítulo 20: Potencial eólico en el sector oeste del Conurbano por Pablo G. Provenzano y Luis A. Fernández (UNLaM)	519
Capítulo 21: Derecho a una alimentación saludable en el conurbano bonaerense: análisis desde la perspectiva de la soberanía alimentaria en clave territorial en el municipio de Tres de Febrero por Rodrigo Clacheo y María Lucía Cacciutto (UNTREF)	529

CAPÍTULO 18

Análisis climatológico de Quilmes y el secado solar de alimentos

Guadalupe Leva¹, Bárbara Bianchi¹ y Damián Lampert^{2*}

¹Departamento de Ciencia y Tecnología,
Universidad Nacional de Quilmes

²Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias,
Departamento de Ciencia y Tecnología,
Universidad Nacional de Quilmes / Conicet

* damian.lampert@unq.edu.ar

Palabras clave: *clima, deshidratador solar de alimentos, Quilmes.*

Keywords: *climate, solar food dehydrator, Quilmes.*

Resumen ejecutivo

Este artículo es parte del Trabajo final “Diseño, desarrollo y validación de un secador de alimentos indirecto por convección natural mediante energía solar”, de Ingeniería en alimentos, desarrollado en el marco de un proyecto de extensión universitaria de la Universidad Nacional de Quilmes.

Para desarrollar el prototipo del secador de alimentos, fue necesario conocer las variables climáticas de Quilmes con el fin de establecer la factibilidad de su instalación.

Introducción

Para asegurar la disponibilidad de los productos alimenticios y medicinales durante todo el año, la deshidratación ha sido, desde tiempos inmemorables, una buena estrategia comercial. En la actualidad, el secado de vegetales y carne no tiene solamente una función de autoabastecimiento como antes, sino que ofrece una alternativa productiva y comercial para el mercado nacional e internacional (Almada *et al.*, 2005).

Como se ha mencionado, desde un análisis comercial, esta técnica, que convierte alimentos frescos en deshidratados, añade valor agregado a la materia prima utilizada, y baja los costos de transporte, distribución y almacenaje por la reducción de peso y volumen del producto que produce. Asimismo, la deshidratación es el método más barato y especialmente apto para comunidades que no posean otras posibilidades de conservación como freezers, etcétera (De Michelis y Ohaco, 2012).

Además, existen para muchos productos perecederos excedentes temporales en épocas de cosecha que generan millonarias pérdidas para los productores. La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) estima que se pierde cerca de 1.300 millones de toneladas de alimentos, lo que incluye 30% de los cereales; entre 40 y 50% de las raíces, frutas, hortalizas y semillas oleaginosas; 20% de la carne y productos lácteos, y 35% de los pescados. Si estos alimentos se pudieran rescatar, serían suficientes para alimentar a 2.000 millones de personas (FAO, s.f.).

El secado de alimentos a escala industrial hace uso de tecnologías que se basan en un consumo elevado de energía no renovable y sus instalaciones son extremadamente costosas, es por eso que la instalación de sistemas que aprovechen las fuentes energéticas renovables resulta actualmente una opción sustentable y accesible. Situados en la perspectiva de los pequeños productores, el acceso a nuevas tecnologías a escala semi-industrial, y basadas en energías renovables, representa una condición indispensable para aprovechar el enorme potencial de estas prácticas (Valdés Castro *et al.*, 2018).

En principio, y a pesar de que luego se utilizará indistintamente el término deshidratación, secado o desecado, una definición aceptada es:

- Deshidratación: comprende la eliminación de agua mediante el tratamiento del producto por calor artificial (aire previamente calentado, superficies calientes, etcétera).
- Secado o desecado: comprende la eliminación de agua mediante el tratamiento del producto en condiciones ambientales –sol, viento, etcétera (De Michelis y Ohaco, 2012).

El deshidratado mediante energía solar es un proceso sostenible y limpio con el medioambiente, no genera costos energéticos por consumo de energía eléctrica, sus equipos son de fácil manejo, bajo costo y fácil fabricación. Además, mejoran los procesos al no usar combustibles derivados del petróleo para su funcionamiento. La principal desventaja es que depende de los días de sol para el aprovechamiento de la energía (Vidal Santo *et al.*, 2012).

En la actualidad, en la Argentina existen áreas muy productivas completamente aisladas, con densidad poblacional baja y recursos energéticos prácticamente nulos. Especialistas del área de investigación científica aseguran que es necesaria la reactivación de desarrollos tecnológicos de energía fuera de las tradicionales; así, será posible incentivar estas regiones, al mismo tiempo que servirá para mejorar y acrecentar la calidad de la producción de pequeños y medianos productores (Argentina Investiga, s.f.). La energía solar es una de ellas y este proyecto busca mediante el desarrollo de una tecnología abrir paso a un nuevo campo de análisis, aplicación, generación de productos con valor agregado desde una perspectiva de sustentabilidad.

A partir de las economías familiares en la Patagonia, investigadores del INTA desarrollaron una tecnología de secado que permite el deshidratado de frutas y hortalizas y que puede ser replicada por los productores locales en la provincia de Santa Cruz (Ivars *et al.*, 2017).

En cuanto al nivel académico y social, en 2016, la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata desarrolló un primer prototipo de secadora solar, realizada con el objetivo de utilizar energía renovable, para desecar frutas, verduras, legumbres, entre otros alimentos (Argentina Investiga, 2016).

En junio de 2020, investigadores de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias (FICA) de la Universidad Nacional de San Luis (UNSL) lograron deshidratar hortalizas con energía solar para elaborar alimen-

tos nutritivos con fines sociales y reciclar el desecho de los productores hortícolas. El procesamiento se realizó con un deshidratador solar mixto de la UNSL. Profesionales a cargo del proyecto, como Myriam Grzona, doctora en Ingeniería Química, destacan la utilidad del deshidratador en el contexto de pandemia de coronavirus, ya que el mismo está pensado para ayudar en la emergencia alimentaria.

Esta investigación surgió del desarrollo de un Trabajo final de Ingeniería en alimentos de la Universidad Nacional de Quilmes, desarrollado en el marco de un Proyecto de Extensión Universitaria cuyo objetivo fue el diseño, desarrollo y validación de un secador de alimentos indirecto por convección natural mediante energía solar construido en el partido de Quilmes, provincia de Buenos Aires. Este se conforma por una cámara de secado con una capacidad de 10 kg del producto a validar y un colector solar que proporciona la energía calorífica necesaria para deshidratar en un tiempo de secado total de 5 días. El objetivo del análisis climatológico fue evaluar la factibilidad de utilizar este equipo, de acuerdo a las condiciones climáticas en los meses de octubre a febrero.

I. Producción sostenible

Hace varios años que la industria agroalimentaria se ve influenciada y afectada por el impacto del cambio climático sobre la cantidad y calidad de sus materias primas. Es por eso que cada vez se hace más énfasis en prácticas que puedan garantizar el máximo rendimiento de los recursos. Es importante entonces, que se apueste por prácticas sostenibles que busquen asegurar el suministro de alimentos y preservar el medio natural, además de mejorar las condiciones socioeconómicas de las comunidades locales (Cerantola y Ortiz, 2018).

Es sustancial que desde el sector agroindustrial se haga foco en los efectos negativos medioambientales que derivan del mal uso de la energía y el consumo de recursos energéticos no renovables. Se debe invertir en investigación y desarrollo con la finalidad de generar soluciones energéticas sustentables que puedan mantener la competitividad industrial y mejorar la sostenibilidad medioambiental del sector agroalimentario.

La economía circular, por su parte, propone un cambio drástico en los sistemas de producción y consumo actuales. Este cambio apunta hacia sistemas regenerativos y restaurativos que mantienen el valor de los recursos naturales y de los productos, conservando y hasta limitando las

materias primas y el uso de la energía (Cerantola y Ortiz, 2018). En los tiempos que corren, se considera oportuno incorporar en los procesos productivos energías más limpias y renovables como las que utiliza el prototipo del presente Trabajo final. El uso de este tipo de energía, con la implementación de tecnologías y equipos de producción energéticamente eficientes, es clave para la producción sustentable de agroalimentos y el desarrollo de la economía circular.

Como es de público conocimiento, el desarrollo de las actividades de la industria agroalimentaria tiene como resultado la generación de residuos de distintas composiciones, que pueden ser residuos peligrosos o no, a los que es necesario aplicar una correcta gestión. Si bien la gestión correcta de estos es esencial e inevitable por la imposición legislativa, también lo es por la importancia que tiene para preservar el buen estado del medioambiente. El grado de avance de la contaminación ambiental es tal, que resulta primordial que la correcta gestión de los residuos se acompañe de una labor previa de disminución en la generación de los mismos (Cerantola y Ortiz, 2018).

Aludiendo a la implementación de la regla de las 4R (reducir, reutilizar, reciclar y recuperar) se deben buscar alternativas en las que los residuos generados se reinventen en fuentes de materias primas o recursos que puedan ser utilizados en otros sectores diferentes.

En cuanto al primer eslabón de la cadena alimentaria, debido a la variación y los riesgos de la agricultura, es difícil predecir el ajuste entre la oferta y la demanda. Desde el punto de vista de la producción primaria, existen ciertos productos que no se pueden cosechar o comercializar a consecuencia de los daños causados por plagas, enfermedades o condiciones climáticas. Esto conlleva a que el agricultor produzca más de la cantidad demandada por el mercado para así protegerse de estas adversidades y sus consecuencias. Muchas veces el resultado de esta cadena de factores es una sobrecosecha que ocasionalmente suele estar muy por debajo de la demanda y se generan desperdicios por putrefacción de los productos frutihortícolas.

Para abordar los desafíos a los que se enfrenta el sector agroalimentario es necesario impulsar modelos de economía circular. La agroindustria tiene la capacidad y el compromiso de conducir su cadena de valor hacia una gestión más sostenible que esté basada en un modelo de producción circular.

Por lo antes expuesto y considerando que en épocas de sobre cosecha también se desprenden otros desperdicios, como lo son las pérdidas de los recursos que se emplearon en su producción, se concluye que la implementación de un secador de alimentos que utilice energía solar en su totalidad es una excelente alternativa de transformar un posible desecho frutihortícola en materia prima para la elaboración de un producto con valor agregado (fruta deshidratada).

Además, el uso de este tipo de tecnología favorece al desarrollo de nuevas categorías de producto alimentario a partir de subproductos orgánicos y residuos agroindustriales provenientes de una producción de bajo impacto ambiental. Para pequeños agricultores, la implementación de este tipo de tecnología amplía sus fuentes de ingresos más allá del producto tradicional (Cerantola y Ortiz, 2018).

II. Variables climáticas

El clima se relaciona con los estados de la atmósfera. Sin embargo, la hidrósfera, la criósfera, la superficie terrestre y la biósfera ejercen una función significativa en la determinación del clima a través de sus interacciones con la atmósfera. Es sabido que los parámetros climáticos pueden variar en respuesta a la variabilidad propia del sistema climático, a factores naturales y, en los últimos siglos, debido a una progresiva participación de factores antrópicos. La creciente preocupación por las consecuencias del cambio climático sobre el bienestar de las personas, la economía mundial y el funcionamiento de los sistemas agropecuarios ha promovido crecientes investigaciones sobre las causas de las alteraciones de los parámetros climáticos y sobre las probables consecuencias sobre el clima futuro (Doyle, 2019).

Se habla del clima de un lugar cuando nos referimos a las condiciones normales de presión, temperatura, precipitaciones, intensidad de radiación solar, cantidad de vapor de agua (humedad) y vientos. Estas condiciones normales se refieren a mediciones en algún lugar determinado por un mínimo de 30 años, para luego sacar el promedio o media aritmética de cada variable (Gatti, 2014). Estos valores no son estables, sino que poseen cierta variabilidad a lo largo del tiempo, haciendo que se encuentre en un equilibrio dinámico y responda a procesos internos e influencias externas que hacen variar las condiciones medias y extremas de sus variables.

III. El clima en la Argentina

La Argentina, con 3.761.274 km², ocupa el séptimo lugar en el mundo por su extensión. A diferencia de otros países, su eje mayor tiene sentido norte-sur, desde las proximidades del Trópico de Capricornio (cerro Branqui, 21°46'55") hasta el cabo de Hornos (55°58'). En una escala general, cae dentro de la zona subtropical-templada (Morello y Matteucci, 2000). Sin embargo, la magnitud latitudinal le confiere una inusual diversidad climática, que abarca desde los climas fríos del sur hasta los tropicales de las ecorregiones chaqueña, tucumano-oranense y misionera.

La extensión latitudinal de la Argentina y los distintos relieves dan como resultado diferentes tipos de climas, que van desde el subtropical hasta el frío nival. Si bien existen distintos criterios para clasificar los climas, en este caso se aplica como base la clasificación de Köppen (Gentile y Gatti, 2020).

Esta clasificación, desarrollada por Wladimir Köppen, consiste en una zonificación a escala global basada en la temperatura y precipitación media mensual y anual. Köppen denomina cada tipo de clima con una serie de letras tomando como referencia la vegetación nativa. Dentro de esta clasificación el mundo se divide en cinco grandes grupos: A, B, C, D y E. Todos estos tipos de clima están definidos por la temperatura, excepto el B, que depende fundamentalmente del grado de sequedad a la que está expuesta la vegetación.

Los tipos de clima son: Clima A: tropical lluvioso; Clima B: estepa (Bs), desierto (Bw); Clima C: templado lluvioso; Clima D: frío boreal; Clima E: nival; ET: clima de tundra. EF: clima de hielos eternos. A su vez, estos grupos están subdivididos en otros grupos.

Los diferentes tipos de climas pueden observarse en la figura 1.

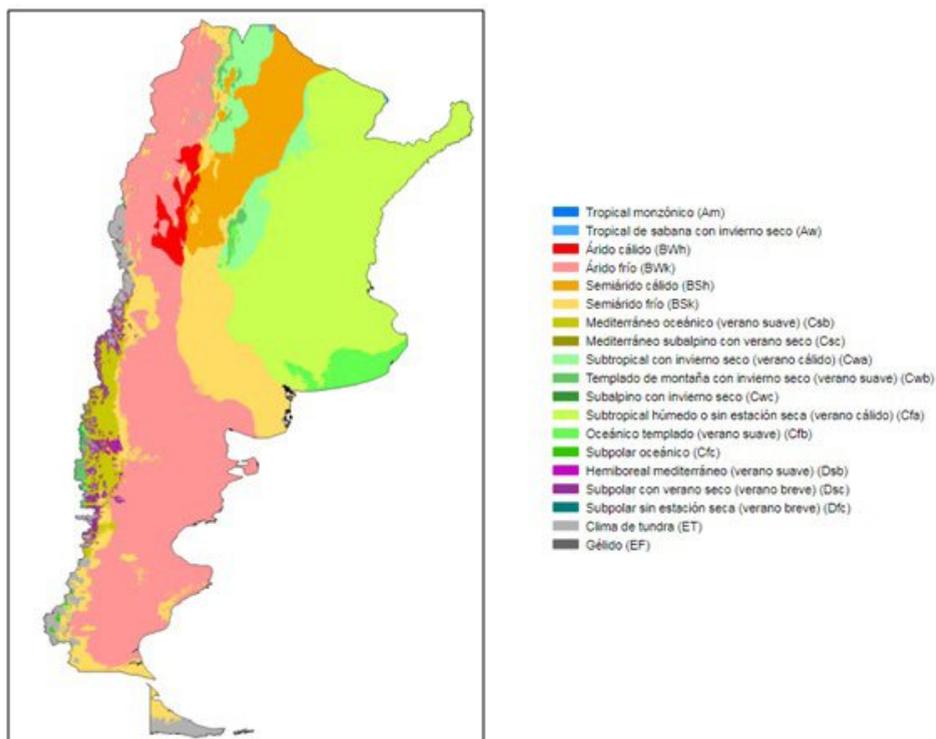


Figura 1. Tipos de clima según clasificación de Köppen en la Argentina.

Fuente: Beck *et al.* (2018).

IV. El clima en el partido de Quilmes

El lugar de aplicación de un deshidratador solar para la agricultura familiar es la ciudad de Bernal, partido de Quilmes, provincia de Buenos Aires, en la Región Pampeana de Argentina. El partido de Quilmes está ubicado en las coordenadas 34° 43' latitud sur y 58° 16' longitud oeste, y forma parte de una urbanización de mayor tamaño denominada Gran Buenos Aires (GBA), dentro de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

En la Región Pampeana se identifican tres zonas climáticas; dos áreas dentro de la categoría de templados Mesotermal y uno en la denominada Seco. Los templados se encuentran dentro del grupo con precipitaciones distribuidas a lo largo del año por lo que no hay una estación seca. Incluye el clima subtropical sin estación seca, donde la temperatura media del mes más cálido supera los 22 °C y localmente le otorga el nombre de

clima pampeano. Se extiende en el centro de la Argentina dentro de la Región Pampeana y la cuenca del Paraná (Aliaga, 2018).

El partido de Quilmes, al formar parte de la región pampeana oriental y según los parámetros establecidos por Köppen, se encuentra dentro del tipo de clima Cfa, donde la *f* significa clima sin estación seca y la *a* que la temperatura del mes más cálido es superior a 22° (figura 2), es decir un clima templado lluvioso o subtropical.



Figura 2. Clasificación climática según Köppen.

Fuente: Gatti (2014).

Se realizó un estudio sobre la dinámica del clima del partido de Quilmes, a partir de registros decadales, anuales y diarios, y centrándonos para este análisis en el período 1981-2010 con datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional de la estación Aeroparque AERO, representativa por su cercanía al lugar de aplicación. Los datos de esta estación son:

Nombre: Aeroparque AERO

Latitud: 34° 34' sur

Longitud: 58° 25' oeste

Altura: 6 m.s.n.m.

V. Parámetros climatológicos

5.1. Temperatura

Para el período de interés de aplicación del deshidratador solar se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 1. *Temperatura mínima, media y máxima para el período de interés.*

Período	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)
Octubre	23	13	28
Noviembre	26	16	21
Diciembre	28	18	23
Enero	30	20	25
Febrero	29	19	24
<i>Promedio</i>	27.2	17.2	22.2

Fuente: elaboración propia basada en datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional.

La temperatura es una de las variables meteorológicas más utilizadas para caracterizar el clima de una zona urbana. Su importancia se debe a que presenta una marcada sensibilidad frente a los procesos de crecimiento urbano, dando origen a la denominada isla urbana de calor (IUC). Este fenómeno hace referencia al calentamiento diferencial que se registra en áreas urbanas en comparación con las zonas rurales próximas a la ciudad (Camilloni, 1995). El uso de materiales para la construcción como el hormigón, cemento, asfalto, la producción de calor por actividades humanas, la disminución de la evaporación debido al reemplazo de espacios verdes y el aumento de absorción de radiación solar, son las causas más significativas de esta leve diferencia de temperatura (Gatti, 2014).

5.2. Humedad relativa

La humedad relativa es la cantidad de vapor de agua que hay en la atmósfera. La humedad relativa es 100% si el vapor está saturado, y 0% si no hay en absoluto vapor de agua. Entre menor humedad relativa tenga el aire, este tendrá mayor capacidad para absorber y retener la humedad. El aire es capaz de transportar agua. La forma que adopta el agua en el aire es como vapor. Mientras mayor sea la temperatura en el aire, mayor será su capacidad de transporte, pues su humedad específica será menor y podrá contener mayor vapor antes de alcanzar el punto de saturación.

A continuación, en la tabla 2 se muestran los datos obtenidos para el período de interés.

Tabla 2. *Humedad relativa promedio para el período de interés.*

Período	Humedad relativa promedio (%)
Octubre	69.1
Noviembre	66.7
Diciembre	63.6
Enero	64.7
Febrero	69.7
<i>Promedio</i>	66.76

Fuente: elaboración propia basada en datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional.

5.3. Precipitaciones

Cuando se observa la precipitación, se mide la cantidad de agua que llega al suelo en un intervalo de tiempo determinado, que puede ser en años, meses, días, horas, etc. En las grandes urbes estas cantidades pueden incrementarse por el efecto de obstrucción que la geometría urbana provoca al pasaje de los distintos frentes de tormenta.

Asimismo, el smog, que es habitual en este tipo de ambiente, forma los núcleos de condensación que utilizan las nubes de tormenta para precipitar. Es por esto que es conocido el hecho de que en áreas urbanas hay un leve aumento de las lluvias respecto a las áreas rurales (Gatti, 2014).

Si se visualizan las medias de la temperatura y la precipitación en un mismo gráfico (figura 3), se puede observar que la estación cálida coincide con los períodos más lluviosos.

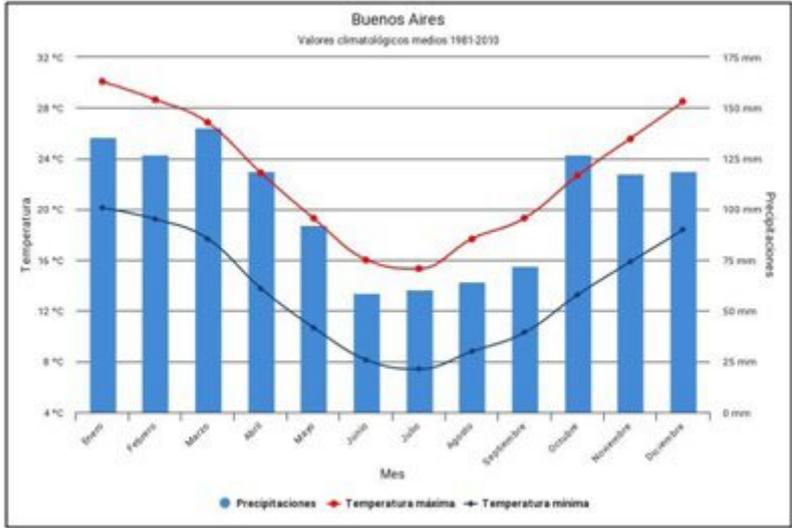


Figura 3. Valores climatológicos medios de temperatura y precipitaciones para Buenos Aires, período 1981-2010.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

5.4. Intensidad de radiación solar

La energía solar es una fuente de energía renovable, en auge en los últimos años por tratarse de un recurso inagotable y respetuoso con el medio ambiente (Sancho Ávila *et al.*, 2010).

Se trata de una fuente de energía que está siempre disponible, no se agota y se puede aprovechar en cualquier momento gracias a que es posible almacenarla. Las difíciles condiciones medioambientales, la contaminación, el uso indiscriminado de combustibles fósiles, así como los procesos industriales usados para producir energía eléctrica, ha colaborado al calentamiento global, por la emisión de CO_2 . Es por esto que en la actualidad se promueve el uso de las energías renovables como la energía solar. Adicionalmente, se ha incrementado el uso de estos sistemas, pues el nivel de contaminación que produce es muy bajo y los costos de instalación

se recuperan al reducir la facturación del consumo de energía prestado por empresas de servicios públicos (Salamanca-Ávila, 2017; Salazar Peralta *et al.*, 2016).

5.5. Irradiancia

En términos generales, las tecnologías de aprovechamiento de la energía solar pueden clasificarse en solares térmicas y solares fotovoltaicas. Los sistemas fotovoltaicos convierten la luz solar directamente en energía eléctrica sin la interposición de cualquier motor térmico mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominado célula solar de película fina (Aguilar *et al.*, 2016). En cambio, la energía solar térmica aprovecha la energía radiante del sol para calentar agua o cualquier otro fluido que posteriormente será utilizado en diversas aplicaciones.

La radiación solar es una energía transportada hacia la superficie terrestre mediante ondas electromagnéticas provenientes del sol, el cual es una fuente a alta temperatura, que se comporta similar a un cuerpo negro irradiando energía a una temperatura aproximada de 6.000 K. El sol emite un conjunto de longitudes de ondas denominadas espectro solar que no necesitan de un medio material para propagarse, pudiendo atravesar el vacío del espacio. En la aplicación de energía térmica se utiliza la radiación ultravioleta, visible y la infrarroja (De la Torre Moreno y Portillo Herrera, 2015).

La radiación solar está compuesta por:

- Radiación directa: es la que proviene directamente del sol sin perturbaciones o alteración alguna, constituye el 90% de la radiación global.
- Radiación difusa: es la radiación que es dispersada por la atmósfera, es decir, la que nosotros percibimos.
- Radiación reflejada: como su nombre lo indica, es aquella que se refleja sobre una superficie inclinada; también se la conoce con el nombre de albedo.
- Radiación global: está compuesta por la radiación directa y difusa (De la Torre Moreno y Portillo Herrera, 2015).

Para expresar la potencia solar y en general de cualquier radiación se utiliza el término *irradiancia*. La irradiancia, que se expresa en W/m^2 , es la rapidez de incidencia de energía radiante sobre una superficie, por unidad de área.

Para la medición de la radiación solar se utilizan dos instrumentos, piranómetro y pirheliómetro, ambos basados en la generación de un voltaje proporcional a la radiación solar incidente.

La irradiación es la cantidad de irradiancia recibida en un lapso de tiempo determinado, es decir, la potencia recibida por unidad de tiempo y por unidad de superficie. Se suele medir en W/m^2 o, en caso de un día, en $W/m^2/día$ o unidades equivalentes.

Debido a que en los últimos años se ha incrementado el uso de tecnologías que se valen del sol como fuente de energía, en la Argentina se elaboró el Atlas de Energía Solar de la República Argentina. Este Atlas presenta un conjunto de cartas con la distribución mensual de los promedios diarios de la irradiación solar global y de las horas de brillo solar (heliofanía efectiva). De esta manera, sabemos que la Argentina posee valores de irradiación media mensual respaldada en extensas mediciones e investigaciones y por ello es posible utilizar estos datos para estimar los usos potenciales del aprovechamiento energético de la radiación solar. El relevamiento de los niveles de radiación solar es indispensable para su aprovechamiento como fuente de energía. Efectivamente, el dimensionamiento de los sistemas de aprovechamiento de la radiación solar sólo puede ser realizado si se conocen los niveles de irradiación solar a nivel de superficie con suficiente grado de representatividad.

A continuación, en la figura 4, se encuentra la carta correspondiente al mes de enero con la distribución espacial del promedio de la irradiación solar global diaria sobre un plano horizontal. Al mismo tiempo en la figura 5 se observa la carta correspondiente al mes de enero con la distribución espacial del promedio de la heliofanía efectiva diaria.

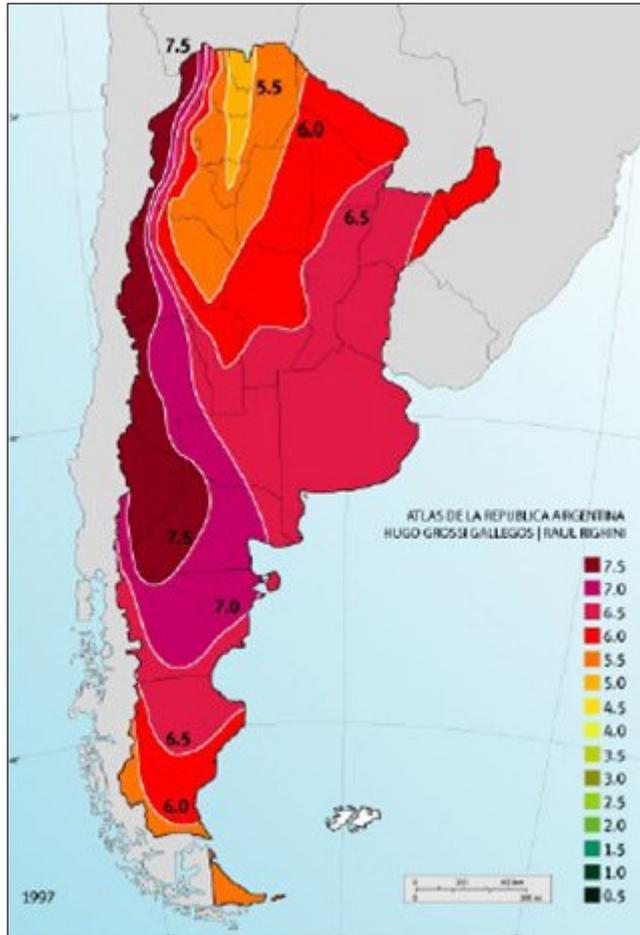


Figura 4. Distribución espacial del promedio de la irradiación solar global diaria (kW/m^2) correspondiente al mes de enero.

Fuente: Grossi Gallegos y Righini (2007).

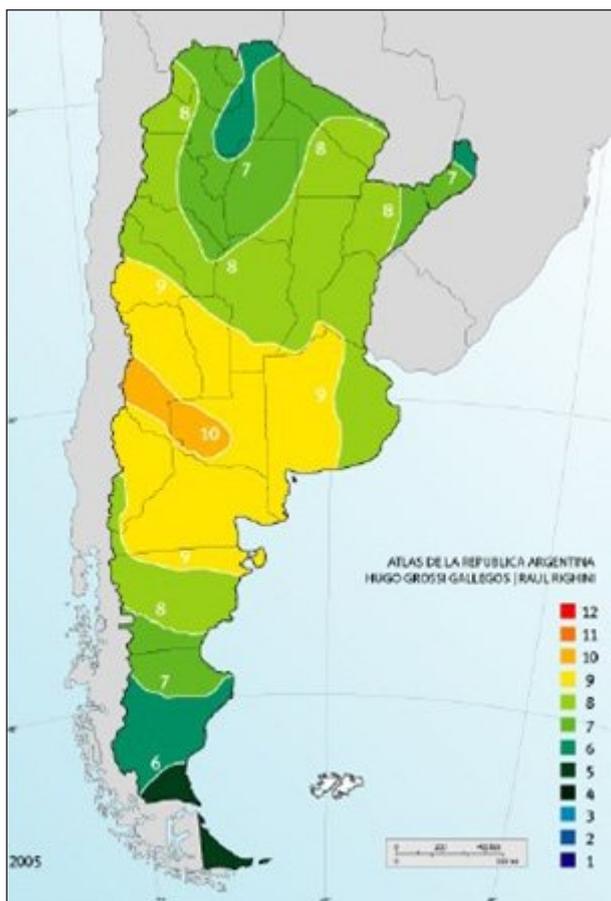


Figura 5. Distribución espacial del promedio de la heliofanía efectiva (horas) correspondiente al mes de enero.

Fuente: Grossi Gallegos y Righini (2007).

En este trabajo se contemplan los meses del año donde los promedios de la heliofanía junto con la irradiancia diaria son los más elevados en la zona de aplicación del proyecto. A continuación, en la tabla 3 se muestra un detalle de estos valores.

Tabla 3. Promedio de irradiación solar diaria, heliofanía e irradiancia diaria durante el período de interés.

Período	Irradiación solar diaria (Wh/m ²)	Heliofanía efectiva (h)	Irradiancia diaria (W/m ²)
Octubre	5.000	6	833.33
Noviembre	6.000	7	857.14
Diciembre	6.500	7	928.57
Enero	6.500	8	812.50
Febrero	5.500	8	687.50
Promedio	5.900	7.2	823.81

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos del Atlas de Energía solar (2007).

5.6. Inclinación y orientación del colector solar

La elección de un correcto ángulo de inclinación y orientación para la superficie colectora juega un rol crucial en el aprovechamiento de la energía solar disponible.

Hay dos variables que inciden directamente sobre la radiación solar que llega a un panel: la orientación y la inclinación. La inclinación (β), se define como el ángulo que forma la superficie de los paneles con el plano horizontal. Su valor es 0° para paneles colocados horizontalmente y 90° para verticales. La orientación o acimut (γ) es el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del panel y el meridiano del lugar. Los valores típicos son 0° para captadores orientados al norte, $+90^\circ$ para captadores orientados al este y -90° para paneles orientados al oeste. Para sistemas ubicados en el hemisferio sur, la dirección norte es la orientación óptima (Grossi Gallegos y Righini, 2007).

Las pérdidas anuales pueden estimarse a partir de los discos de irradiación solar. Estos son una herramienta gráfica para cuantificación de pérdidas por desviación de la condición óptima de orientación e inclinación de una superficie colectora, que son de gran utilidad para el aprovechamiento de la energía solar. El disco muestra el porcentaje de energía anual que se pierde, a medida que varía la inclinación y orientación del panel con respecto al máximo anual, dado por el punto gris de la figura 6. El eje horizontal representa la inclinación, y el circular, la orientación del panel. Adicionalmente, el círculo rojo alrededor del punto gris, marcado en la escala como "100%", indica que existe un rango de inclinaciones y

orientaciones que dan prácticamente el mismo resultado que el punto gris. Para el uso directo del disco en el caso general, el límite de pérdidas máximas por utilizar una inclinación y orientación no adecuada es del 10%. Es decir, la combinación de acimut e inclinación del panel debería caer dentro de la zona definida como “90%”.

Con el objetivo de hacer la instalación viable y maximizar el aprovechamiento de la energía solar, se evaluaron las pérdidas por orientación e inclinación del panel. Para que la instalación sea viable las mismas deben estar dentro del rango del 90 % (en la figura 6 se encuentra marcado con línea negra). Seleccionando un acimut de 0°, debido a la orientación al norte, los límites de inclinación se encuentran en el rango de 0 - 59°. Sin embargo, el máximo de energía anual que puede recibir un panel orientado al norte se da para una inclinación de 23° indicada con un punto gris en la figura 6.

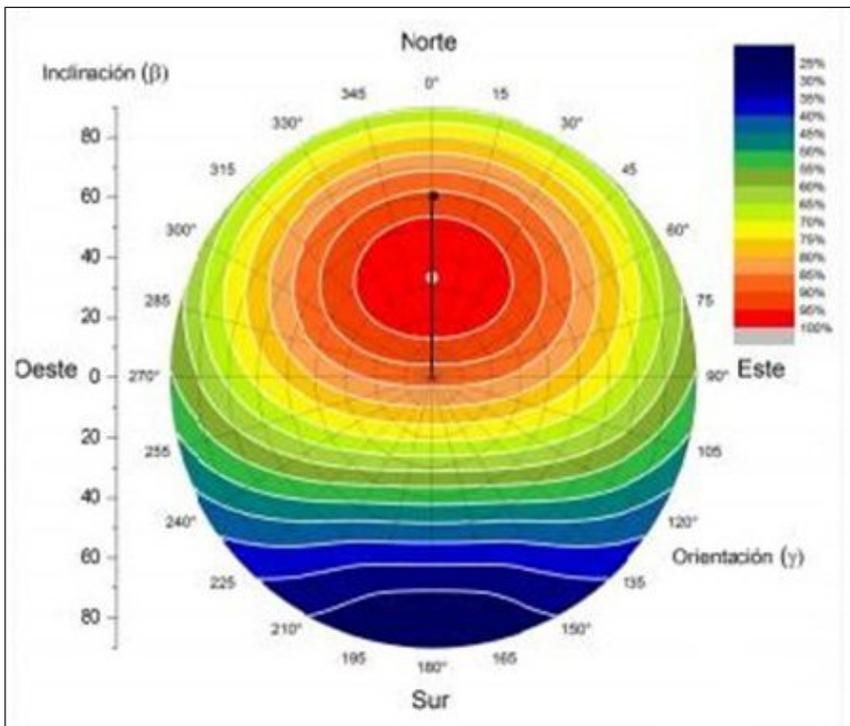


Figura 6. Disco de irradiación solar para la ciudad de Buenos Aires.

Fuente: Atlas de energía solar de la República Argentina. Grossi Gallegos y Righini (2007).

Es necesario mencionar que los mapas utilizados presentan información en el plano horizontal. Para maximizar la producción de la temporada de interés, es necesario conocer los valores de irradiación solar en la inclinación y orientación del plano de interés. Para ello, es preciso llevar la irradiación media mensual del plano horizontal al plano inclinado.

Se define un factor de proporcionalidad promedio que permite estimar la irradiación solar en el plano inclinado a partir de la irradiación en el plano horizontal.

El valor de este factor está dado por tablas de transposición publicadas por la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética en la Guía del Recurso Solar, que permiten estimar los valores medios de irradiación solar para diferentes orientaciones e inclinaciones. Las tablas cuentan con valores que representan el cociente entre la irradiación en el plano inclinado y la irradiación en el plano horizontal, por tanto, para conocer los valores de irradiación en la superficie inclinada, basta con multiplicar dichos coeficientes por la irradiación media mensual en el plano horizontal, para la ubicación geográfica, orientación e inclinación.

Como se definió anteriormente los parámetros de orientación e inclinación determinados para el máximo aprovechamiento del sistema son:

Orientación o acimut (γ) $\rightarrow 0^\circ$ o con orientación al norte

Inclinación (β) $\rightarrow 23^\circ$

Si se utilizan los datos correspondientes al observatorio más cercano, con acimut 0° , se realiza una interpolación para estimar el coeficiente de corrección correspondiente a una inclinación de 23° , y se obtiene el valor de la irradiancia corregida para los valores de orientación e inclinación del plano de interés (tabla 4).

Tabla 4. Valor de la irradiancia corregida para los valores de orientación e inclinación del plano de interés.

Período	Irradiación solar diaria (Wh/m ²)	Heliofanía efectiva (h)	Irradiancia diaria (W/m ²)	Factor de proporcionalidad para acimut 0° y Beta=23°	Irradiancia diaria con corrección (W/m ²)
Octubre	5000	6	833.33	1.026	855.00
Noviembre	6000	7	857.14	0.968	829.71
Diciembre	6500	7	928.57	0.952	884.00
Enero	6500	8	812.50	0.958	778.38
Febrero	5500	8	687.50	1.006	691.63
<i>Promedio</i>	5900	7.2	823.81	0.982	807.74

Fuente: elaboración propia.

VI. Conclusiones y reflexiones

El perfil climático de la ciudad de aplicación del proyecto resulta de suma importancia ya que se encuentra directamente relacionado con el dimensionamiento y los parámetros de diseño del deshidratador.

Se concluye que la temperatura debe estar en un nivel óptimo y constante y que el aire no debe estar saturado o con un bajo porcentaje de humedad para una apropiada extracción del agua del producto a secar. Sin embargo, dadas las características de la ciudad en la que se realiza el proyecto y los efectos de la IUC, las condiciones no son las más favorables para la aplicación al tratarse de un clima húmedo subtropical. Además, las precipitaciones juegan un rol importante ya que se trata de un fenómeno irregular cuya distribución espacial y en el tiempo obedece a un número importante de factores climáticos, cuyo comportamiento es muy heterogéneo, por lo que su influencia no siempre se da de la misma manera, dificultando la generación de modelos estadísticos. Según informes publicados (Atlas Ambiental de Buenos Aires; Camilloni, 2013), en la Ciudad de Buenos Aires las alteraciones del régimen normal de precipitaciones derivaron en un aumento en la cantidad y, sobre todo, en la intensidad de eventos de precipitaciones extremas en las últimas décadas.

Sin embargo, la irradiancia y la heliofanía en GBA son lo suficientemente altas para aportar la energía calorífica necesaria para la deshidratación de alimentos en un secador indirecto de convección natural. Es por eso

que se concluye que el prototipo de secador solar propuesto se adaptará y será funcional para la zona de aplicación propuesta, aunque su uso se verá limitado a los tres meses de verano y estará influenciado por las posibles precipitaciones existentes. En el caso de utilizar el prototipo en una zona donde el clima sea árido o semiárido, la probabilidad de precipitaciones sea casi nula y la humedad relativa ambiente esté por debajo del 70%, estas condiciones permitirían un uso por más tiempo, es decir que no estaría limitado a tres meses.

Se desarrolló un modelo matemático y se fijaron parámetros como el tiempo de secado (5 días) y el tipo de fruta a utilizar para la validación (tomate *Lycopersicon sculentum*, más conocido como tomate perita) y la capacidad máxima del equipo. En el proceso de validación de la tecnología se realizaron dos pruebas fundamentales. La primera constó de una combinación de dos pretratamientos suaves, uno físico: escaldado y otro químico: salado. Los resultados fueron positivos para la validación de la tecnología ya que se produjo la deshidratación del producto. Sin embargo, hubo crecimiento microbiano, haciendo que el producto no sea inocuo. Este fue un indicio que los pretratamientos utilizados no habían sido suficientes. Es por eso que en la prueba 2, además de los tratamientos físico y químico antes mencionados, se añadió otra barrera que fue el sulfitado. Este nuevo pretratamiento dio lugar a un producto inocuo y deshidratado (12,94% en base húmeda y 6.78% método AOAC). La medición de la actividad de agua final del producto validado arrojó un resultado de 0.57. Por estas razones, el proceso quedó validado y resultó eficaz y eficiente con la combinación de esos tres pretratamientos.

De este modo, los recuentos microbiológicos concuerdan con la bibliografía consultada y la humedad resultante se encuentra dentro de lo establecido en la legislación actual de la Argentina. Finalmente, una vez obtenido el producto en condiciones inocuas, este debe mantenerse en las mismas condiciones de humedad e inocuidad. Para ello se presentan alternativas de envases que aseguren la hermeticidad para impedir el ingreso de microorganismos y de vapor de agua y, en consecuencia, la posible contaminación y rehidratación del producto.

Bibliografía

Aguilar, F. J., Aledo, S., & Quiles, P. V. (2016). Experimental study of the solar photovoltaic contribution for the domestic hot water production with heat pumps in dwellings. *Applied Thermal Engineering*, 101, 379-389.

- Aliaga, V. S. (2020). Variabilidad climática de la Región Pampeana y su efecto sobre las lagunas de la región. *Huellas*, 24(1), 243-249.
- Almada, M., Cáceres, M., Machaín-Singer, M., & Pulfer, J. C. (2005). *Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. UNESCO. Asunción.
- Argentina investiga (2016). Una planta de alimentos nutritivos deshidratados en La Plata. *Argentina Investiga Divulgación Científica y Noticias Universitarias*. http://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=una_planta_de_alimentos_nutritivos_deshidratados_en_la_plata&id=2748
- Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A., & Wood, E. F. (2018). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific data*, 5(1), 1-12.
- Camilloni, I. A. (1995). *Detección de la señal de la isla urbana de calor y de variaciones climáticas* (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales).
- Cerantola, N., & Pinilla, M. T. O. (2018). *La economía circular en el sector agroalimentario*. ADICAE, Asociación de Usuarios de Bancos, Cajas y Seguros.
- De la Torre Moreno, J. y Portilla Herrera, M. (2015). Diseño y construcción de un prototipo de secador solar para el capsicum annum (ají) con colector-almacenador en lecho de rocas con una capacidad de 25kg [Tesis de grado, Universidad de las Fuerzas Armadas]. Repositorio Dspace.
- De Michelis, A., & Ohaco, E. (2015). Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos. Procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala. Recuperado de <https://inta.gob.ar>
- Doyle, M. E. (2019). El clima en Argentina, su variabilidad, cambios y posibles escenarios futuros. *Revista de la Asociación Argentina de Producción Animal*, 39(3), 31-31.
- Gatti, I. (2014). Precipitaciones, sudestadas y su relación con el riesgo de inundación. Entre la gestión del riesgo y adaptación al Cambio Cli-

mático. Caso del barrio de Belgrano, Ciudad de Buenos Aires. Período 1981 – 2012 [Tesis de Grado, Universidad de Buenos Aires].

- Gentile, E., Martin, P. y Gatti, I. (2020). Argentina físico-natural: Clima en Argentina. ANIDA. Atlas Nacional Interactivo de Argentina. Instituto Geográfico Nacional. https://static.ign.gov.ar/anida/fasciculos/fasc_clima_arg.pdf
- Gallegos, H. G., & Righini, R. (2007). *Atlas de energía solar de la República Argentina*. Elaborado por Grupo de Estudios de la Radiación Solar (GERSolar) de la Universidad Nacional de Luján. <http://www.gersol.unlu.edu.ar/pagina3.htm>
- Ivars, N. Y., Mora, J. C., & Manavella, F. A. (2017). *Deshidratador solar patagónico familiar*. AER Los Antiguos, INTA.
- Morello, J. y Matteucci, S. D. (2000). Singularidades territoriales y problemas ambientales de un país asimétrico y terminal. *Revista Realidad Económica*, 169(3), 70-93.
- Salamanca-Ávila, S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. *Revista Científica*, 30(3), 263-277.
- Salazar-Peralta, A., Pichardo-S, A., & Pichardo-S., U. (2016). La energía solar, una alternativa para la generación de energía renovable. *Revista de Investigación y Desarrollo*, 2(5), 11-20.
- Vidal Santo, A., Velázquez Camilo O., De La Cruz, R. I. y Ortega Montiel G. (2012). Diseño y construcción de un secador solar portátil. *Academia Journals*, 4(2), 1613-1618.
- Valdés Castro, R., Tricio Gómez, V. y Rodríguez Cano L. (2018). *Secadero solar como recurso didáctico en un laboratorio docente de energías renovables*. Congreso Nacional de Medioambiente, Universidad de Burgos, España. Recuperado de: <http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/CT%202018/222224246.pdf>