



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

SECADOR SOLAR DE ALIMENTOS Y LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN EL  
PERÚ, 2019

**Línea de investigación:**

**Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio**

Tesis para optar el grado académico de Doctora en Ingeniería Ambiental

**Autora:**

Salvador Gutiérrez, Beatriz Luisa

**Asesor:**

Malpartida Canta, Rommel  
(ORCID: 0000-0003-4228-1309)

**Jurado:**

Bolívar Jiménez, José Luis  
Jave Nakayo, Jorge Leonardo  
Esenarro Vargas, Doris

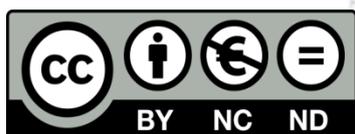
**Lima - Perú**

**2021**



**Referencia:**

Salvador, B. (2021). *Secador solar de alimentos y la contaminación ambiental en el Perú, 2019*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5751>



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

SECADOR SOLAR DE ALIMENTOS Y LA CONTAMINACIÓN  
AMBIENTAL EN EL PERÚ, 2019

Línea de investigación:

Construcción Sostenible y Sostenibilidad Ambiental del Territorio

Tesis para optar el grado académico de  
Doctor en Ingeniero Ambiental

Autora:

Salvador Gutiérrez, Beatriz Luisa

Asesor:

Malpartida Canta, Rommel  
(ORCID: 0000-0003-4228-1309)

Jurado:

Bolívar Jiménez, José Luis  
Jave Nakayo, Jorge Leonardo  
Esenarro Vargas, Doris

Lima – Perú

2021

### **Dedicatoria**

Mi tesis es dedicada a nuestro Dios padre celestial, infinitas gracias porque siempre estas a mi lado, porque cuando sentí caerme tu me sujetaste y me levantaste, porque cuando sentí alegrías allí estas tu mi señor, gracias porque eres el forjador de mi camino.

A mi papa José Salvador porque eres el cimiento de la edificación de mi vida, me criaste enseñándome responsabilidad y superación, papito eres ejemplo de lucha constante, te amo papa.

A mi querida hijita Katia Sánchez y mi esposo Pedro que están a mi lado apoyándome en todo momento, gracias por su paciencia comprensión y amor para lograr esta meta tan importante.

### **Agradecimiento**

Mi especial reconocimiento para los distinguidos

Miembros del Jurado:

**Dr. José Luis Bolívar Jiménez**

**Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo**

**Dra. Doris Esenarro Vargas**

Por su criterio objetivo en la evaluación de este trabajo de investigación.

Asimismo, mi reconocimiento y agradecimiento a mi asesor:

**Dr. Romel Malpartida Canta**

Por direccionar mis conocimientos para que la tesis logre un buen término. Usted fue la guía del desarrollo de mi tesis, muchas gracias.

Muchas gracias para todos.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
INDICE	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I. INTRODUCCIÓN	7
1.1 Planteamiento del problema	9
1.2 Descripción del problema	10
1.3 Formulación del problema	11
- Problema general	11
- Problemas específicos	11
1.4 Antecedentes	12
1.5 Justificación de la investigación	15
1.6 Limitaciones de la investigación	17
1.7 Objetivos	17
- Objetivo general	17
- Objetivos específicos	17
1.8 Hipótesis	18
II. MARCO TEÓRICO	19
2.1 Marco conceptual	19
III. MÉTODO	36
3.1 Tipo de investigación	36
3.2 Población y muestra	37

	5
3.3 Operacionalización de variables	38
3.4 Instrumentos	39
3.5 Procedimientos	40
3.6. Análisis de datos	40
IV. RESULTADOS	42
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	64
VI. CONCLUSIONES	66
VII. RECOMENDACIONES	67
VIII. REFERENCIAS	68
IX. ANEXOS	72

## RESUMEN

El objetivo de la presente tesis es determinar si el secador solar de alimentos ayudara a reducir la contaminación ambiental en el Perú, 2019. Para lograrlo se utilizó el diseño correlacional. La muestra de estudio estuvo conformada por 232 personas, que trabajen en empresas de deshidratado de alimentos. Para medir las variables de estudio se emplearon como instrumentos de investigación la aplicación de encuestas a los representantes de cada proyecto. Los resultados permitieron llegar a la conclusión de que el secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa la contaminación ambiental en el Perú, 2019, esto debido a que se obtuvo un coeficiente de correlación Rho de Spearman, que tiene el valor de 0.689\*\* y el sigma (bilateral) es de 0,000 el mismo que es menor al parámetro teórico de 0,05.

*Palabras clave:* secador solar de alimentos, contaminación, contaminación ambiental, deshidratación, medio ambiente.

## ABSTRACT

The objective of this thesis is to determine if the solar dryer of food will help to reduce the environmental pollution in the Peru, 2019. To achieve this, we used the correlational design. The study sample consisted of 232 people, who work in companies of dehydrated food. To measure the variables of the study were used as research instruments of the implementation of surveys to representatives of each project. The results allowed to conclude that the solar dryer of food will help to significantly reduce the environmental pollution in the Peru, 2019, due to the fact that we obtained a coefficient of correlation, Spearman's Rho, which has the value of 0.689\*\* and the sigma (bilateral) is 0.000 which is less than the parameter theoretical of 0.05.

*Key words:* solar food dryer, pollution, environmental pollution, dehydration, environment.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la contaminación ambiental resulta siendo tema de profunda preocupación para el hombre, dado que las consecuencias de las alteraciones al ambiente natural, la humanidad ya las padece. Denominamos contaminación ambiental, a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal. Una de las causas de la contaminación ambiental es la producción de energía con combustible fósil, es claro que el desarrollo industrial y socioeconómico de un país depende fuertemente de la solución de su problema energético, pero, el uso de este tipo de energía proveniente de los combustibles fósiles genera contaminación que contribuye al calentamiento global o cambio climático, cuyo indicador se observa en la variación de la temperatura del planeta, otro indicador muy importante es la inseguridad alimentaria, pues el aumento de temperatura en el planeta generaría pérdidas para el campesino. De acuerdo a la Organización meteorológica mundial (2020) *“La variabilidad del clima y los fenómenos meteorológicos extremos figuran entre los factores más importantes que han propiciado el reciente aumento del hambre en el mundo y son una de las causas principales de las graves crisis alimentarias.”* Es predecible que las fuentes energéticas basadas en petróleo, gas natural y carbón se agoten en un futuro. Por esta razón, varias alternativas en energías renovables han comenzado a surgir, pretendiendo responder a la demanda de energía especialmente en la seguridad alimentaria.

El secado de alimentos perecibles es un método universal para acondicionar los granos por medio de la eliminación del agua hasta un nivel que permita su equilibrio con el aire ambiente, de tal forma que preserve su aspecto, sus características de alimentos, su calidad nutritiva y la viabilidad de la semilla.

Una de las principales fuentes de pérdidas es la falta de un secado adecuado, ya que la mayoría de los pequeños agricultores deja secar sus productos en el campo, expuestos a la intemperie y sujetos al ataque de insectos y aves. Los empresarios utilizan como fuente energética combustible fósil como gas, petróleo, carbón etc. cuya forma de secar los alimentos contribuye a la contaminación ambiental.

### **1.1. Planteamiento del problema**

Los procedimientos de secado con el transcurrir del tiempo han sido variables en función al tipo de energía en su utilización, ya que esto en una industria repercute en los gastos fijos, por lo que se optan por diferentes fuentes de energía. Secar alimentos perecibles en forma macro significa generar mayores niveles de energía por ende habrá mayores efectos contaminantes sobre aire, suelo, y agua. El uso de secadores industriales para alimento perecibles directos e indirectos se usa actualmente para solucionar la conservación de estos alimentos, pero no hay plena conciencia de los daños ambientales que pueda producir estos equipos técnicos para secado. Hay diferentes tipos de combustible para la generación de energía como, petróleo, gas natural (GN), gas licuado de petróleo (GLP), carbón, bosta etc. la investigación solo analizara uno de ellos, el cual es el secador indirecto que genera su energía con GLP.

La opción del uso de GLP en equipos para una planta de alimentos tiene beneficios en base al gasto, ya que su composición presenta un cierto grado de variación natural, posee también un valor calorífico comparativamente elevado, lo que significa que contiene más energía por kg que la mayoría de los demás combustibles pero su índice de desprendimiento de CO<sub>2</sub>, según Samaniego, Álvarez y Maldonado (2016), las emisiones más importantes corresponden al CO<sub>2</sub>, muy por debajo le siguen las emisiones de NO<sub>x</sub> y con menos de están el SO<sub>2</sub>, volátiles, CO y partículas.

El CO<sub>2</sub> es uno de los gases que contribuye en el ecosistema, pero si su emisión no se ve compensada adecuadamente por su fijación, aumenta su concentración en la atmósfera y contribuye al calentamiento del planeta, **ya que al no dejar disiparse la radiación infrarroja provoca el ‘efecto invernadero’**, pues es el segundo gas atmosférico, tras el vapor de agua, que contribuye a dicho fenómeno. Por otro lado, al absorberse en el agua se forma ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), que podría influir en algunos ecosistemas.

## 1.2. Descripción del problema

El secado consiste en retirar por evaporación el agua de la superficie del producto y traspasarla al ambiente. La rapidez de este proceso depende de la velocidad del aire, su grado de sequedad y su temperatura, así como de las características del producto, su composición, su contenido de humedad y el tamaño. La cantidad de agua que el aire puede absorber depende, en gran medida, de su temperatura. A medida que el aire se calienta, su humedad relativa decae y puede absorber más humedad.

La conservación de alimentos, principalmente de los productos agrícolas perecibles, es una necesidad importante, ya que influye en la economía de pequeños productores agropecuarios peruanos, quienes deben comercializar sus productos frescos, antes de que éstos se deterioren o baje su valor comercial.

La aplicación de la energía solar para el secado de alimentos viene a constituir una solución económica y sin contaminación. En los últimos años, se ha experimentado la utilización del secado solar en frutas, hierbas aromáticas, entre otros, pero solo como principio de funcionamiento, pero no se ha considerado la mejora de su eficiencia, que influya en la productividad del proceso de secado.

Según Nuñez (2017), los equipos de secado que utilizan GLP tienen una mejor uniformidad en el secado de granos de cacao, teniendo un consumo de energía para 4.3 T de 1330 Kg/h de GLP. Se establece que el desprendimiento de CO<sub>2</sub> en este caso es de 3657.5

KgCO<sub>2</sub>/h, por ser una cantidad considerable de materia prima, es considerable durante tiempos prolongados. Por lo que tener secadores por GLP puede tener un impacto negativo hacia el medio ambiente, cabe recalcar que esta fuente de energía es una de las menos contaminantes, pero generando calor con la energía solar puede cambiar la forma de deshidratar los alimentos perecibles sin causar ningún tipo de repercusión. El diseño de los secadores solares es tal que gradúa la temperatura en base al producto a procesar y el porcentaje de humedad, con etapas de pre-deshidratado, deshidratado y pos-deshidratado, garantizando no altera cualquier tipo de alimento conservando sus características organolépticas.

Por este motivo surge el planteamiento de secadores solares para la adquisición de energía, siendo un aporte a la no contaminación y conservación del medio ambiente, adecuándose al alimento destinado. Cabe recalcar que este método de recolección de energía favorece en parte las necesidades que se tienen en algunas regiones. en donde el pequeño productor no está en capacidad para invertir en equipos de secado. Estos pequeños productores se encuentran en las zonas rurales y suelen secar los alimentos perecibles con secadores que funcionan a leña, petróleo, bosta.

### **1.3. Formulación del problema**

#### ***1.3.1. Problema principal***

¿El secador solar de alimentos ayudara a reducir la contaminación ambiental en el Perú, 2019?

#### ***1.3.2. Problemas secundarios***

- ¿El secador solar de alimentos ayudara a reducir los niveles de contaminación ambiental en el Perú, 2019?
- ¿El secador solar de alimentos ayudara a reducir los efectos de contaminación ambiental en el Perú, 2019?

## **1.4. Antecedentes**

### ***1.4.1 Antecedentes Nacionales***

Duran y Orma (2014) tuvieron como objetivo elaborar un producto de bajo costo, con un elevado contenido proteico y aceptable por el consumidor; orientadas a desarrollar la aplicación del gran potencial energético de radiación solar. Las pruebas experimentales realizadas en el secador solar modelo modificado ITINTEC, permitieron evaluar durante el transcurso de horas sol, las variaciones de temperatura en la cámara y humedad a la entrada y salida de la misma, registrando también la velocidad del viento; con la finalidad de observar los cambios en los productos que se ingresaron a la cámara, combinando las variables; concluyéndose que el producto es apto para consumo humano, tanto los almacenados al medio ambiente como el almacenado en refrigeración.

Landa (2019) realizó un trabajo de investigación que tuvo como objetivo diseñar, construir y evaluar un secador solar apropiado para el proceso de secado de los productos agropecuarios de calidad en las comunidades rurales de Tarma, la construcción del secador solar fue de manera local, se realizaron pruebas con hierbas aromáticas probando su adecuada funcionalidad, este secador solar permitió enfrentar el problema del deterioro postcosecha, como también facilito la mejorar la calidad, siendo una alternativa económica.

Bravo (2018) elaboró un trabajo de investigación que tuvo como un objetivo evaluar los secadores solares tipo indirecto en el rendimiento de la producción de papa seca, a partir de las variedades Canchán y Yungay en la localidad de Ayacucho. Se evaluaron dos secadores solares de tipo indirecto, compuesto por el colector solar plano y la cámara de secado interconectados en una instalación fija; se realizó un primer colector con las dimensiones de una caja rectangular de 0,79 m x 2,57 m con 16 cm de altura interna, para el flujo ascensional del aire, y el segundo con incremento de área lateral, en ambos lados del colector CS1, y se le denominado colector solar CS2 con capacidad de portar hasta cuatro bandejas tipo malla, de

0,348 m<sup>2</sup> de área de carga de sólidos húmedos por cada bandeja. concluyendo que la eficiencia térmica que desarrolla el colector solar, del secador solar indirecto, repercute sobre el rendimiento de producción de la papa seca. Obteniéndose para la variedad Canchán, que por cada 100 kg de materia prima que llega a la planta de procesamiento, se obtuvo 21,9 kg de producto final (papa seca), y representa el 21,9 % de rendimiento. Y para la variedad Yungay, por cada 100 kg de materia prima que llega a la planta de procesamiento, se obtuvo 23,4 kg de producto final (papa seca), que representa el 23,4 % de rendimiento.

Zapata (2018) tuvo en su investigación el objetivo de mejorar la calidad y rentabilidad del cultivo de Tomillo, en la labor de pos-cosecha que se da en la etapa de la pérdida de humedad del producto, se realizó el diseño y construcción de un deshidratador solar en la ciudad de Arequipa en el distrito de Characato. Contribuyendo a que el producto cumpla con las normas requeridas para su comercialización. Concluyendo que mediante la implementación de un deshidratador solar se logró mejorar la tecnología en lo que se refiere a la pérdida de humedad del tomillo obteniendo un producto de mayor calidad comparado al uso de la tecnología tradicional.

Vilcarima (2015) el presente trabajo tuvo como objetivo diseñar una máquina de deshidratación de piña y plátano la cual aprovechara la energía solar como fuente de energía térmica y que tenga una capacidad de producción mayor a 1.5 ton (plátano) o 0.5 ton (piña) mensual. Finalmente, se logra diseñar una máquina que cumple con las exigencias pactadas para su diseño y que garantice un deshidrato uniforme en su producto. Se concluye, además, la relevancia que tiene este tipo de máquinas para nuestro contexto agricultor y exportador peruano en cuanto a mejora en la capacidad de producción y la calidad de los productos.

#### ***1.4.2 Antecedentes Internacionales***

Torres y Vega (2015) En el marco del proyecto desarrollado se identificó el potencial en el manejo y aprovechamiento de los residuos generados en la cafetería del bloque D de la

Universidad Libre sede Bosque Popular; aun cuando no hay un espacio determinado para la práctica del buen uso de los residuos, se encontró una locación adecuada y con las condiciones necesarias para el desarrollo de esta actividad. Se hizo necesario tener en cuenta el uso de los secadores solares y al hablar de ellos se encontró que su diseño, ha evolucionado, se han construido diversos tipos de acuerdo a la forma de recibir la energía solar, el flujo de aire, material a secar, entre otros. Concluyendo que, el uso de ventiladores para el secado de los residuos no genera consumo significativo de energía, convirtiendo el uso de esta herramienta como la mejor alternativa.

De la torre y Portilla (2015) la presente investigación tiene como objetivo diseñar y construir un prototipo de secador solar indirecto con convección natural para el secado del *capsicum annum* (ají) utilizando un colector-almacenador en lecho de rocas, el cual proporciona la energía necesaria para la deshidratación de 25 kg de producto, en la comunidad el Cabuyal de la provincia de Carchi. Para validar el diseño realizaron pruebas de campo, las cuales arrojaron que para un flujo masico de 0.01Kg/s y una radiación promedio de 370 W/m<sup>2</sup> la eficiencia del colector es 31.25%, la eficiencia del sistema de secado fue de alrededor 16.51% y el tiempo de secado fue de 35h.

Vega (2017) el objetivo del presente proyecto de investigación fue diseñar y construir una deshidratadora de plátano mediante el aprovechamiento de energía solar pasiva para lo cual se hizo un estudio entre los diferentes tipos de deshidratadores solares que fueron: directo, indirecto, y mixto, tomando en cuenta parámetros tales como la temperatura del aire, velocidad del flujo de aire, rapidez de extracción de humedad, calidad de producto final, dimensiones físicas y costo; siendo la mejor alternativa el sistema mixto.

Pérez (2014) explica que el objetivo de su investigación fue realizar el diseño de un deshidratador de alimentos geotérmico, para ser probado en campo en el estado de Mexicali, Baja California, deshidratando jitomates principalmente. Los principios básicos de la

termodinámica y transferencia de calor han sido herramientas muy importantes para el desarrollo de este trabajo, y se ha logrado un diseño, esperando tenga un buen desempeño en campo, para lo cual se consideraron factores climáticos como temperaturas, humedades relativas, salinidad en el ambiente, y uno muy importante, el tipo de alimento a deshidratar.

Hernández et al. (2017) En la presente investigación se determina que el secado de productos alimenticios, es un método para la conservación de los mismos, ya que impide la proliferación de microorganismos evitando su putrefacción mediante la extracción del agua que contienen, proceso que en ocasiones se lleva a cabo evaporando el agua por adición de calor latente y su velocidad de secado está en relación a la velocidad del suministro de calor latente. Los resultados de secar frutas y verduras con energía solar. Se presenta brevemente una descripción del secador solar empleado, la instrumentación empleada y el proceso experimental que se llevó a cabo en cada una de las pruebas. Se incluyeron gráficas del comportamiento de la cámara de secado y de la radiación solar recibida durante una de las pruebas.

## **1.5. Justificación de la investigación**

Conocer la energía que se utiliza para la conservación de los alimentos perecibles es justificable porque la generación de energía con combustible fósil afecta a nuestro medio ambiente y por ende contribuye al calentamiento global. La alternativa del uso de la energía solar para el proceso de secado de alimentos perecibles es positiva genera menores costos de operación y no daña el medio ambiente, además suscita la relación entre hombre-naturaleza.

### ***1.5.1. Justificación teórica***

La presente investigación se sustenta en información recopilada sobre el tipo de secador que se utiliza para la deshidratación de alimentos. Así mismo, uso de secadores solares, como funciona e influye en la reducción de contaminación ambiental.

### ***1.5.2. Justificación metodológica***

En la metodología se empleará la investigación básica cuyo nivel es la descriptiva porque relaciona si los secadores solares se relacionan con la reducción de la contaminación ambiental.

### ***1.5.3. Justificación social***

La información que ha generado la investigación sobre la importancia de utilizar el secador solar de alimentos tiene beneficio social, como, conocer la técnica del secado solar, fortalecer las capacidades ante el manejo de los secadores solares, darle valor agregado al producto.

### ***1.5.4. Importancia de la investigación***

Los resultados de la presente investigación servirán para realizar a futuro estudios relacionados con el tipo de energía que se use para deshidratar y comparar con equipos que utilicen la energía del sol, de esta manera se afianzará el uso de energías limpias y nuestra seguridad alimentaria, así como también radica en el hecho de evitar la contaminación ambiental con el uso del secador solar de alimentos, que permite determinar si el producto agrícola como los granos básicos corren el riesgo de deteriorarse durante el almacenamiento.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

### **– Limitaciones bibliográficas**

La bibliografía para la presente investigación es escasa en casos nacionales, generando escasos trabajos en la que se aplique el secador solar de alimentos y la contaminación ambiental en el Perú.

### **– Limitación teórica**

La ausencia moderada de trabajos de antecedentes relacionados al tema de investigación en facultades de pre grado y post grado de las principales universidades del país.

– **Limitación económica**

El limitado financiamiento económico para la adquisición de los materiales necesarios para la investigación.

## **1.7. Objetivos**

### ***1.7.1. Objetivo principal***

Determinar si el secador solar de alimentos ayudara a reducir la contaminación ambiental en el Perú, 2019

### ***1.7.2. Objetivos secundarios***

- Determinar si el secador solar de alimentos ayudara a reducir los niveles de contaminación ambiental en el Perú, 2019.
- Determinar si el secador solar de alimentos ayudara a reducir los efectos de contaminación ambiental en el Perú, 2019.

## **1.8. Hipótesis**

### ***1.8.1. Hipótesis General***

El secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa la contaminación ambiental en el Perú, 2019.

### ***1.8.2. Hipótesis Secundarias***

- El secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa los niveles de contaminación ambiental en el Perú, 2019.
- El secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa los efectos de contaminación ambiental en el Perú, 2019.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco Conceptual

#### 2.2.1. *Conceptos Básicos*

La conservación de alimentos viene de tiempos muy remotos, hoy en día, extender la vida de un alimento perecible es factible debido a que hay técnicas que pueden aplicarse para lograrlo. Aplicar esta técnica da como resultado la facilidad de manejar el alimento pues facilita el transporte y almacenamiento del producto.

La doctora Colina (2010) en su libro “Deshidratación de Alimentos” dice “El agua es el constituyente más abundante en los alimentos y a ella se debe gran parte de las cualidades físicas, químicas y sensoriales de los mismos. Sin embargo, el agua también es la causante de la naturaleza perecedera de los alimentos y, gracias a ella, pueden realizarse multitud de reacciones químicas y enzimáticas”. Así mismo dice, la deshidratación es un proceso basado en la eliminación del agua de un alimento, pero igual de importante es la relación entre este contenido y el estado en el que se encuentra el agua en dicho alimento, por lo tanto, hay dos conceptos importantes: el contenido de agua en los alimentos ( $W$ ) y su actividad del agua ( $a_w$ ).

#### **Contenido de humedad de equilibrio:**

Colina (2010) Es el contenido de humedad que tiene un producto, cuando su presión de vapor esta en equilibrio con el medio en que lo rodea. La humedad de equilibrio de un producto es la humedad mas baja a la que puede llegar dicho producto deshidratado, bajo condiciones específicas de temperatura y humedad del aire circundante. Es por eso que la humedad final de un producto deshidratado, por lo común es ligeramente superior al contenido de humedad de equilibrio.

En tal sentido el contenido de humedad de equilibrio en un producto es de suma importancia para su optimo almacenamiento bajo condiciones ambientales variados.

### Actividad del Agua:

Colina (2010) Determina el grado de interacción del agua con los demás constituyentes de un alimento y es una medida indirecta del agua disponible para realizar las diferentes reacciones químicas y bioquímicas que pueden suscitarse en dicho alimento.

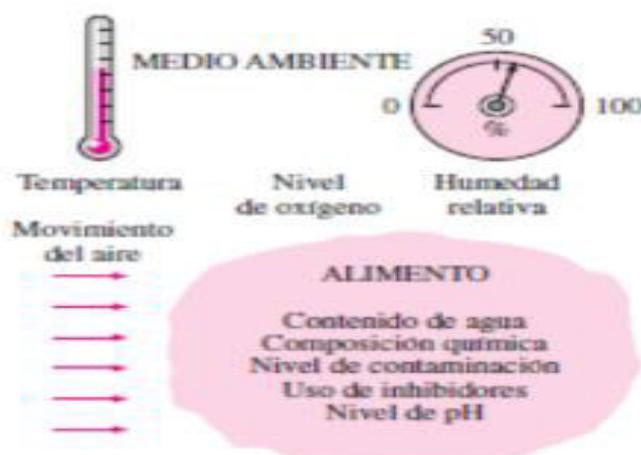
### Psicrometría:

Colina (2010) El estudio de las relaciones termodinámicas entre el vapor de agua y el aire se conoce como psicrometría. Estas relaciones son de suma importancia en la deshidratación de alimentos debido a que, por lo general, están involucradas en la extracción de la humedad del producto. Los parámetros que interviene son:

- Humedad absoluta y relativa.
- Temperatura del bulbo seco
- Temperatura de la saturación adiabática
- Temperatura del bulbo húmedo.
- Volumen específico.

### Figura 1

*Factores que afectan la velocidad de desarrollo de los microorganismos*



*Nota:* Transferencia de calor y masa un enfoque práctico. Cengel Y. (2007)

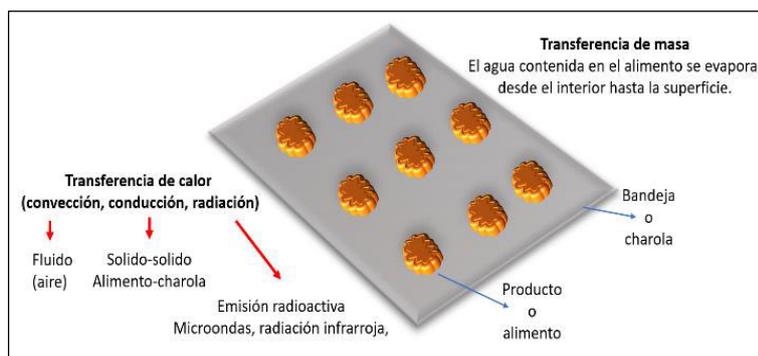
## Proceso de Deshidratación

García et al (2015), la deshidratación de alimentos consiste en eliminar la mayor cantidad posible de agua o humedad del alimento seleccionado bajo una serie de condiciones controladas como temperatura, humedad, velocidad y circulación del aire. El agua es el elemento básico para la vida humana, pero también para la vida microbiana, por lo que, al retirarla, ayuda a darle una vida útil y más prolongada al alimento, el desecado provoca que el alimento en cuestión se reduzca en tamaño debido a que ha perdido gran parte de su volumen (agua), y como resultado se obtiene un alimento de consistencia más liviana y pequeña de un buen sabor y olor el cual es muy resistente y de fácil transportación.

Moya (2011) la remoción de humedad en el proceso de secado, se da gracias a los procesos de transferencia de energía y transferencia de masa. La energía en forma de calor remueve el agua libre contenida en el alimento y en forma de vapor la transfiere al medio que rodea el producto realizando así un proceso de transferencia de masa.

### Figura 2

*Bosquejo, de transferencia de calor y masa en el proceso de deshidratación*



*Nota:* elaboración propia

La figura 2 bosqueja los procesos de transferencia de calor y la transferencia de masa que se da para eliminar el contenido de agua que tiene el alimento y no tenga la posibilidad que crezca microorganismos. Este proceso de transferencia debe de ser controlada para que el alimento no pierda sus nutrientes.

## Transferencia de Calor

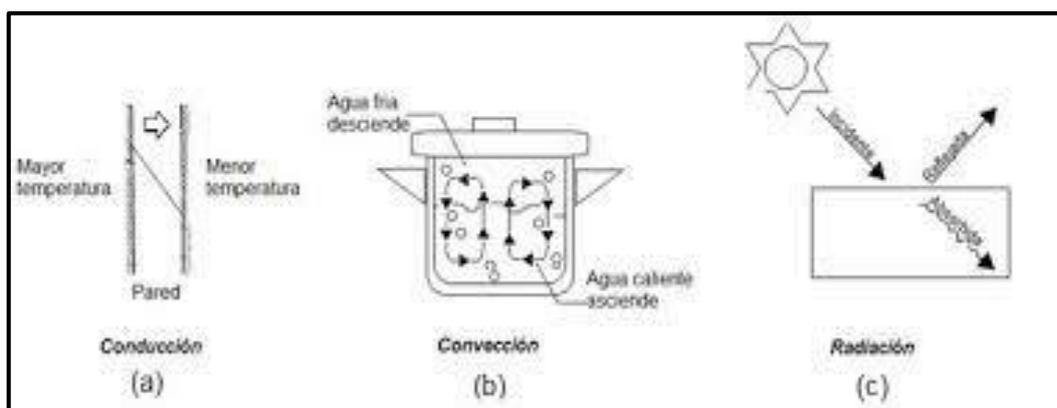
Çengel. (2007). define que la transferencia de calor está dividida en tres mecanismos básicos: conducción, convección y radiación.

- **Conducción:** es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia los adyacentes, menos energéticas, como resultado de la interacción de ellas.
- **Convección:** es el modo de transferencia de calor entre una sustancia sólida y el líquido o gas adyacente que están en movimiento, y comprende los efectos combinados de la conducción y del movimiento del fluido.
- **Radiación:** es la energía emitida por la materia en forma de ondas electromagnéticas (o fotones), como resultado de los cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas.

Por tanto, la transferencia de calor se propaga a través de diferentes medios, a este proceso físico se le conoce como transferencia térmica.

### Figura 3

*Esquema de transferencia de calor a) conducción, b) convección y c) radiación*



*Nota:* Temas selectos de Ingeniería de Alimentos. Pérez y Sosa (2013)

## Balance de Energía o Principio de conservación de energía

Cengel (2007) Para cualquier sistema que pasa por cualquier proceso se puede expresar como sigue: El cambio neto (aumento o disminución) en la energía total de un sistema en el curso de un proceso es igual a la diferencia entre la energía total que entra y la energía total que sale en el desarrollo de este proceso.

$$\begin{aligned} & (\text{Energía total que entra en el sistema}) - (\text{Energía total que sale del sistema}) \\ & = (\text{Cambio en la energía total del sistema}) \end{aligned}$$

Dado que la energía se puede transferir hacia un sistema, o hacia afuera de este, por medio de calor, trabajo y flujo de masa, y que la energía total de un sistema simple compresible consta de las energías internas, cinética y potencial, el balance de energía que pase por cualquier proceso se puede expresar como:

$$\underbrace{E_{ent} - E_{sal}}_{\text{Transferencia neta de energía por calor, trabajo y masa}} = \underbrace{\Delta E_{sistema}}_{\text{Cambio en las energías interna, cinética, potencial, etc.}}$$

La energía es una propiedad y el valor de una propiedad no cambia a menos que cambie el estado del sistema. Cengel (2007)

### Transferencia de masa:

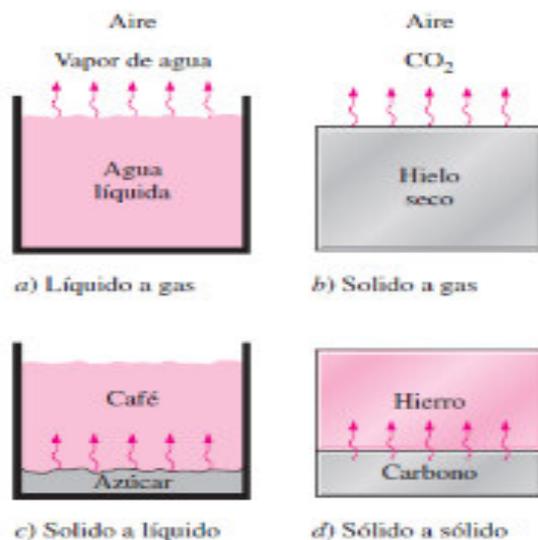
Cengel (2007) Debe de distinguirse entre la transferencia de masa y el movimiento de masa de fluido (o flujo de fluidos) que se presenta en un nivel macroscópico conforme un fluido se transporta de un lugar a otro. La transferencia de masa requiere la presencia de dos regiones con composiciones químicas diferentes y se refiere al movimiento de especies químicas desde una región de alta concentración hacia una concentración menor. La fuerza impulsora primaria para el flujo de fluidos es la diferencia de presión, en tanto que, para la transferencia de masa es la diferencia de concentración. La transferencia de masa puede ocurrir en los líquidos y en los sólidos al igual que en los gases. Por ejemplo, llega un momento en la que una taza de agua

que se deja en un cuarto se evapora, como resultado de que las moléculas del agua se difunden hacia el aire (transferencia de masa de líquido a gaseosa) Un trozo de hielo seco también se hace mas pequeño con el transcurso del tiempo, ya que sus moléculas se difunden hacia el aire (transferencia de masa solida a gaseosa).

Por consiguiente, la transferencia de masa tiene como fin ampliar el tiempo de vida del producto y es realizada a escala molecular, para ello se utiliza el modelo matemático de la Ley de Fick el cual su proceso es la difusión.

#### Figura 4

*Ejemplo de transferencia de masa que comprenden un líquido y/o un sólido*



*Nota:* Transferencia de calor y masa un enfoque práctico. Cengel, Y. (2007)

#### Procesos para Remover el agua de los alimentos

Se ha desarrollado las bases teóricas básicas que se aplica en la deshidratación de los alimentos perecibles. Colina (2010) dice: La remoción del agua necesaria para la obtención de un producto con una actividad de agua suficientemente baja para garantizar su conservación, puede efectuarse mediante su evaporación o sublimación, dando lugar a diferentes procesos denominados secado (también conocido como desecación)

**Tabla 1***Diferentes procesos para remover el agua de un alimento*

<b>Mecanismo de remoción del agua del alimento</b>	<b>Nombre del proceso</b>	<b>Características</b>
Evaporación	Secado	Reducción del contenido del agua de los alimentos mediante evaporación de la misma, utilizando las condiciones ambientales naturales. Ejemplo: Secado Solar.
	Deshidratación	Reducción del contenido del agua de los alimentos mediante evaporación de la misma por acción del calor artificial. Aire caliente, superficie caliente.
Sublimación	Liofilización	Reducción del contenido de agua de los alimentos mediante sublimación del hielo del producto congelado mediante aplicación de vacío.

*Nota:* Deshidratación de alimentos, Colina. (2010)

### **Clasificación de los Secadores**

Ellwanger (2009), para la deshidratación de alimentos de forma industrializada, existen diferentes métodos y diferentes equipos para que realice este proceso. La clasificación para los secadores es muy amplia, sin embargo, la mas general esta dada por el método con el que se lleva a cabo la transferencia de calor, que puede ser:

- a) Conducción
- b) Convección
- c) Radiación

A su vez se subdivide de acuerdo con el tipo de contenedor del secador: bandejas, tambor, túnel, aspersión, y otros.

Colina (2010) presenta una clasificación de los métodos de deshidratación de alimentos, que es quizás una de las más descriptivas en relación con los mecanismos de la deshidratación y la metodología para el cálculo de las operaciones de este proceso.

**Tabla 2**

*Clasificación de los métodos de deshidratación más utilizados para alimentos.*

<b>Método de deshidratación</b>	<b>Equipo de deshidratación</b>	<b>Tipo de producto por deshidratar.</b>
En cama o bandeja	Deshidratador de charola	Sólidos (piezas, trozos), fluidos con sólido de tamaño grande en suspensión y, en menor proporción, fluidos viscosos
	Deshidratador de banda	
	Deshidratador de túnel	
Por aire (convección)	Deshidratador por aspersión	Fluidos con pequeños sólidos en suspensión
	Deshidratador por espuma	Fluidos con pocos sólidos en suspensión
	Deshidratador de lecho fluidizado	Sólidos de pequeño tamaño
Por Conducción	Deshidratador de tambor	Fluidos muy viscosos (pasta)
Por radiación	Deshidratador por infrarrojo	Cualquier tipo de alimentos

---

	Deshidratador dieléctrico	
	Deshidratador microondas	por
Por congelación	Liofilizador	Sólidos de tamaño pequeño y suspensiones.

---

*Nota:* Colina, M. (2010)

Los secadores o equipos de deshidratación utilizan como fuente de energía los combustibles fósiles. Aquí algunos secadores industrializados utilizando como fuente de energía el GLP.

### Figura 5

*Secador industrial*



**TS - Turbine Simplex.** El Turbine Simplex, más conocido como "TS", es la más eficiente expresión de los equipos de secado a lecho fluido. Caracterizados por su elevado rendimiento térmico y realizados ya sea en versión continua o discontinua han sido utilizados en el tratamiento de miles de productos de diferentes características.

**Secador Rotativo** El rotativo "S.I.E." es un equipo de construcción robusta y fiable. El cilindro de chapa de acero al carbono es de gran espesor y completamente celular en el interior

para los diámetros superiores a 1.000 mm. Los modelos más pequeños están provistos de un sistema de paletas desfasadas de forma que aseguren la mejor distribución del producto en la sección del secadero. El cilindro rota sobre dos estaciones de rodadura equipados de rodillos de acero templado con re-empuje de centrado. El movimiento de rotación se obtiene por medio de una transmisión por cadena, piñón y rueda dentada a través de una moto reductora. Las instalaciones estándar están equipadas por una cámara de combustión metálica con cemento refractario y un grupo ciclónico de alta eficiencia, donde aguas abajo está montado el ventilador.

**Celdas de Secado Libeccio:** Consisten en un armario de secado con unas paredes de espesor adecuado compuestas por dos chapas en acero inoxidable y relleno en su interior con poliuretano expandido de alto cierre térmico formando un sándwich. Se construyen con una ó dos puertas batientes para la carga y descarga de los carritos que contienen las bandejas. Los tamaños de las celdas LIBECCIO comprende desde los 18 m<sup>2</sup> hasta los 150 ó 200 m<sup>2</sup> según el caso. Esta capacidad en superficie se consigue gracias a la utilización de unas bandejas para depositar el producto a deshidratar. Estas bandejas se colocan en unos carritos móviles, los cuales se introducen en el interior de la celda.

### **Secadores Solares**

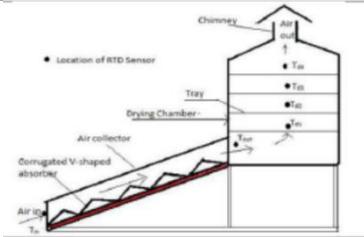
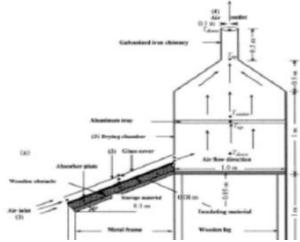
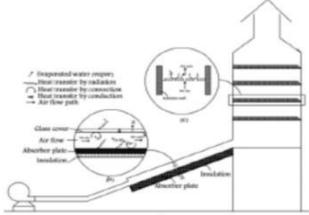
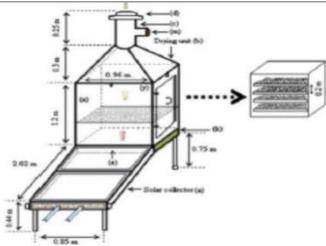
Espinoza (2016) Otro método o fuente de generación de energía para remover el agua en los alimentos perecibles son los secadores solares, existen variedades de equipos diseñados para que se pueda proteger el alimento a deshidratar y no este a la intemperie expuesta a la exposición del sol, pues estos alimentos se vuelven vulnerables a la contaminación que el ambiente o su entorno tenga, como por ejemplo polvo, insectos etc.

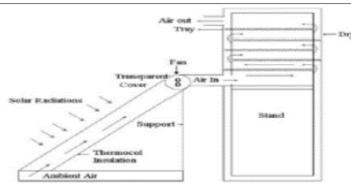
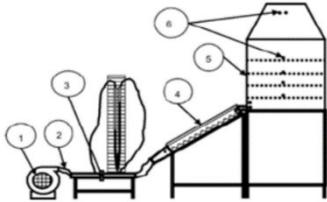
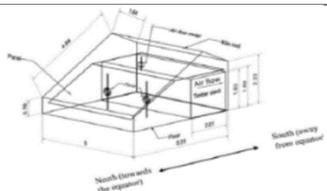
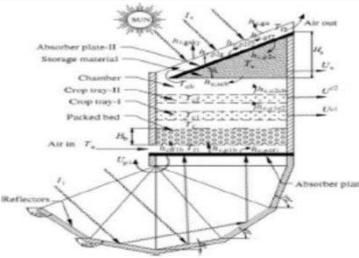
Los secadores solares que se están utilizando según son:

- Secadores indirectos: el sol no incide sobre el producto
- Secadores directos: el sol incide sobre el producto

- Secadores mixtos: combinación de los dos anteriores.

**Tabla 3***Diseños de secadores solares indirectos*

No	Parámetros de diseño	Autor	Imagen
1	Convección natural, colector con lamina v-ondulada de cobre soportada en lámina de aluminio, cámara de secado con flujo transversal y chimenea	(Dasin et al. (2015); Espinoza (2016); Lingayat et al. (2017)	
2	Convección natural, colector con placa de lámina de cobre (flujo laminar) y almacenamiento de calor térmico (arena, granito o arcilla), cámara de secado con flujo transversal y chimenea.	(El Sebaei et al., 2002)	
3	Convección forzada con ventilador eléctrico antes del colector, colector con placa absorbente (arena y flujo laminar, cámara de secado con flujo transversal y chimenea.	Mohanraj y Chandrasekar (2009); Sami et al.(2011)	
4	Convección forzada con extractor de aire, colector con malla porosa de aluminio (flujo	Dissa et al. (2009)	

	turbulento). cámara de secado con flujo transversal y chimenea.		
5	Convección forzada con ventilador eléctrico después del colector, colector con flujo laminar, cámara de secado con flujo transversal y chimenea.	M. Kumar et al. (2016); Parikh y Agrawal (2011)	 <p>The diagram shows a solar collector on the left with 'Solar Radiation' and 'Ambient Air' entering. A 'Fan' is connected to the collector. Air flows through a 'Transparent Cover' and a 'Support' structure into a 'Drying' chamber. 'Air in' and 'Air out' are labeled at the top of the chamber. A 'Thermocouple' is positioned to monitor the temperature.</p>
6	Convección forzada de doble paso con ventilador eléctrico antes de colector, colector con placa v-ondulada de cobre (flujo turbulento). cámara de secado con flujo transversal, con termocuplas y chimenea.	El Sebaili y Shalaby (2013)	 <p>The diagram illustrates a solar dryer system. It includes a fan (1), a collector with a corrugated copper plate (2), a chamber (3), a support structure (4), and a drying chamber (5) with a chimney (6). The system is designed for double-pass forced convection.</p>
7	Convección forzada, colector con placa absorbente de zinc corrugado (flujo turbulento). sobre cámara de secado, cámara de secado con flujo paralelo y sin chimenea.	Hassan y Langrish (2016)	 <p>The diagram shows a solar collector with a zinc corrugated plate. It is positioned above a drying chamber. The collector is labeled 'North (towards the equator)' and the chamber is labeled 'South (away from equator)'. The collector is supported by a frame.</p>
8	Convección natural, doble colector (reflector en la parte inferior y vidrio en la superior) con doble almacenamiento térmico de calor sensible (granos	Jain (2007); Jain y Tewari (2015); Kant et al (2016)	 <p>The diagram depicts a solar dryer with a double thermal storage system. It features an 'Absorber plate-II' and 'Storage material' at the top. Below is a 'Chamber' containing 'Crop tray-II' and 'Crop tray-I' over a 'Packed bed'. The bottom part has 'Reflectors' and an 'Absorber plate-I'. Air flow is indicated from 'Air in' to 'Air out'.</p>

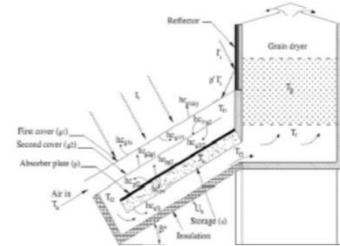
---

de granito y piedra guijarro),  
cámara de secado con flujo  
transversal y sin chimenea

---

- Convección natural, colector  
doble paso de vidrio con  
reflector de radiación y placa  
9 absorbente con almacenamiento  
de calor sensible (granos de  
granito) cámara de secado con  
flujo transversal y con chimenea

Jain y Kumar  
(2004)




---

*Nota:* Tesis de investigación Carlos Alberto Bejarano Martínez, 2018

### 2.2.2. *Parámetros del Secado Solar.*

Según Figueroa (2013):

Los parámetros a tener en cuenta, sobre el funcionamiento del secador solar son:

- Las características del aire de secado: temperatura, humedad relativa y caudal másico.
- Las propiedades del producto a secar: cantidad total a manejar, contenido de humedad inicial y final, su tamaño, etc.
- Y las variables dimensionales del dispositivo de secado: dimensiones físicas, configuración, tipo, forma, capacidad de carga, área de transferencia de bandeja y número de bandejas, en el caso de que disponga de ellas.
- Tiempo y ratio de secado
- Eficiencia del secador

Parámetros económicos:

- Costo de inversión y operación.
- Período de retorno (payback).

### ***2.2.3. Factores que afectan el proceso de secado***

Según Figueroa (2013) la velocidad con la que se seca un producto depende de varios factores, algunos directamente relacionados con el producto y otros relacionados con el aire de secado, entre los que se destacan:

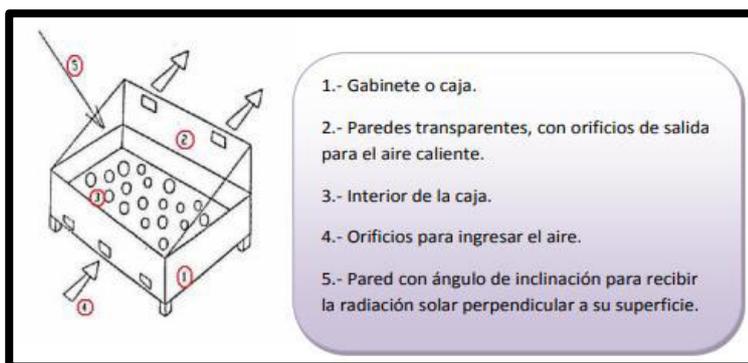
- Isotermas de sorción del producto
- Dimensiones del producto
- Velocidad superficial relativa del aire respecto al sólido
- Temperatura del aire
- Humedad relativa del aire
- Densidad de carga, porcentaje de llenado, etc.

### ***2.2.4. Tipos de Secadores Solares***

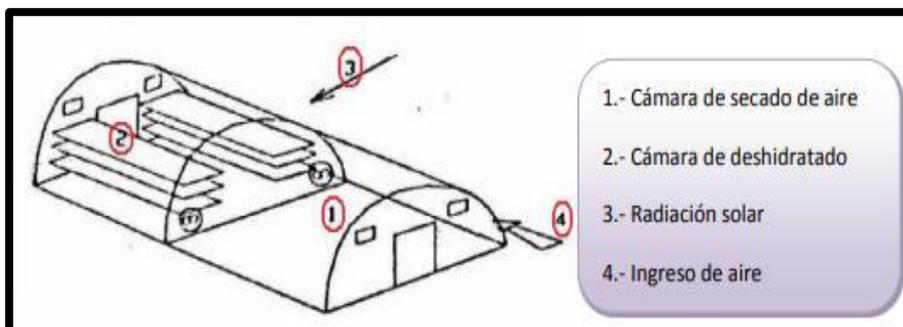
#### **2.2.4.1. Secadores Solares Directos o por Convección natural**

En estos tipos de secadores el flujo de aire se calienta en la misma cámara de secado, esto es posible ya que las caras de esta cabina es vidrio o plástico transparente, que permite el paso del brillo solar, por ende la radiación de onda corta emitido por el sol, este material (vidrio, plástico) impide la salida de la radiación solar de onda larga que emite todo cuerpos que se encuentran dentro de la cámara, en este caso serían los productos que se desee retirar su contenido de agua generando un efecto invernadero, aumentando así la temperatura del aire que rodea al producto.

En dicha cámara se dispone una serie de orificios tanto en su base como en la parte superior de las caras (chimenea) con el fin de que la circulación natural del flujo de aire, la radiación que se encuentra dentro de la cámara, sea absorbida por el producto generando la evaporación del agua que contiene este producto y retirándolo a través del movimiento del fluido, a este fenómeno físico se le llama transferencia de calor por convección (Finck – Pastrana, 2013)

**Figura 6***Secador solar directo**Nota:* Finck – Pastrana (2013)**2.2.4.2. Secadores solares mixtos**

Los dos conceptos anteriores se integran en un tercer tipo de equipo, llamado mixto o radiactivo-convectivo. Las charolas con el producto a deshidratar se disponen en una serie de pilas en una cámara transparente, elaborada con hule PVC especial para invernaderos o cualquier otro material que permita el paso de la luz solar y la radiación infraroja de onda corta, para calentar el aire y el alimento, mientras tanto en otra cámara se ingresa aire para ser secado, a la vez que unos sopladores dispuestos en la pared que divide las dos cámaras, ingresan el aire seco hacia la cámara de deshidratado. (Finck–Pastrana, 2013)

**Figura 7***Secador de calentamiento mixto**Nota:* Finck – Pastrana (2013)

### **2.2.4.3. Secadores solares híbridos**

Con los equipos anteriores, sólo se puede deshidratar mientras tengamos horas de sol, lo cual sin duda es un problema para aquellos alimentos que requieren un tiempo mayor a las horas promedio de sol por día, como es el caso del jitomate, pues el jitomate es uno de los alimentos con mayor actividad de agua y su tiempo de deshidratado es alrededor de 24 horas para 100 Kg de producto fresco, para resolver este problema se le agregó a un equipo de deshidratado solar directo o indirecto, calentadores solares de agua y un termo-tanque, con este sistema se puede continuar la deshidratación por la noche. (Finck–Pastrana, 2013)

### **2.2.5. Contaminación Ambiental**

Según Chango (2017), la contaminación tiene origen en el vocablo latino “contaminatio” derivada del verbo “contaminare” que significa “ensuciar, corromper, o alterar por el contacto”. Por lo que entendemos que contaminación es la variación dañina realizada al estado normal de un objeto que afecta de manera al medio ambiente y por lo tanto a las condiciones de vida y la salud de los seres vivientes.

#### **2.2.5.1. Combustible fósil**

Grupo Consultivo de Expertos (2010) Combustibles inflamables procedentes de materia orgánica que se encuentra dentro de la corteza terrestre y formados a lo largo de escalas de tiempo geológicas, y los productos fabricados a partir de ellos. Los combustibles extraídos de la tierra y preparados para la comercialización se denominan «combustibles primarios» (p. ej., carbón, lignito, gas natural, petróleo crudo), y los productos combustibles fabricados a partir de ellos se denominan «combustibles secundarios»

Calentamiento Global, cuando se quema combustible fósil, se origina una inmensa cantidad de CO<sub>2</sub>. Este gas tiene un importante efecto invernadero y se podría estar provocando un calentamiento global de todo el planeta con cambios en el clima que podrían ser catastróficas.

### **2.2.5.2. Consecuencias de la contaminación**

Según Chango (2017)

#### Impactos sobre el aire:

- La reducción de la capa de ozono. La contaminación ambiental ha causado y sigue causando la reducción de la cantidad de la capa de ozono, al haber menos ozono en nuestra atmosfera, la cantidad de rayos ultravioleta que llegan al planeta va en aumento. Los científicos mencionan que una cantidad de radiación cada vez mayor afecta a la salud del ser humano como el cáncer de la piel. Lamentablemente el adelgazamiento de la capa de ozono es consecuencia de la actividad del ser humano.
- El efecto invernadero: se conoce como efecto invernadero al causante del aumento en la temperatura del planeta lo que causa el cambio climático.
- Impactos sobre el agua: El agua es un componente del ecosistema, es vital para mantener la subsistencia de los seres vivos, pero en la actualidad muchas fuentes de agua han disminuido, los ríos se están secando y muchas otras están contaminadas. Al contaminar este líquido vital, se ve alterada la vida del hombre, de los animales y de las plantas. El hombre, para suplir y combatir el problema de la contaminación ha planteado como solución el agua envasada; el problema del agua envasada es que provoca grandes cantidades de desechos además de un gasto innecesario de recursos.

### **2.2. Aspectos de responsabilidad social y medio ambiental**

La presente investigación tendrá una repercusión social; puesto que, al aplicarse el secador solar de alimentos, contribuirá a una mejora a gran nivel el ahorro de energía teniendo presente la afectación cada vez mayor de uso de combustibles fósiles ante la contaminación ambiental, evidenciándose cada vez más en el cambio climático, el cual es hoy un tema de primordial importancia; es ahí donde surge la alternativa de la energía solar.

## III. MÉTODO

### 3.1. Tipo de investigación

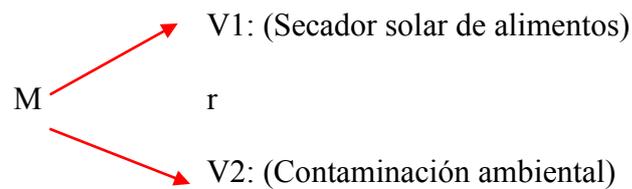
#### 3.1.1 Tipo

La presente investigación según Hernández et al. (2010) son de tipo correlacional porque tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular y descriptivo porque busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población, cabe resaltar que en una misma investigación se puede incluir diferentes alcances todo dependerá de lo que se busca determinar en la investigación.

Además, cuenta con un enfoque cuantitativo según lo mencionado por (Ramírez et al. 2007) porque considera como objeto y campos de investigación solo los hechos o fenómenos observables, susceptibles de medición y adopta el método hipotético-deductivo cuyos procedimientos son: la observación, la formulación de hipótesis y posteriormente la contrastación o prueba de hipótesis, finalmente la correlación de variables para conseguir el rigor del método científico.

#### 3.1.2 Nivel

De acuerdo a (Morán y Alvarado, 2010) de corte transversal porque recopilan datos en un momento único y Mayurí (2015) indico que el Diseño de investigación es No Experimental, porque no se manipula el factor causal para la determinación posterior en su relación con los efectos y sólo se describen y se analizan su incidencia e interrelación en un momento dado de las variables. Según (Hernández et al. 2010) menciona que son investigación no experimental porque son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural.



Donde:

m = Muestras tomadas para observaciones

V. 1 = Variable 1

V. 2= Variable 2

r = Correlación

### **3.2.Población y muestra**

#### **3.2.1. Población**

La población de estudio es el total de empresas que realizan secado de alimentos, según el INEI (2018) las empresas del rubro de deshidratación de alimentos comprenden el 2% del total de empresas del país (29136 empresas), por lo tanto, las poblaciones para la presente investigación serian 582 empresas, de las que se seleccionara a la persona con conocimientos del uso de secadores.

#### **3.2.2. Muestra**

La muestra de estudio se determinó en 384 personas, que sean especialistas en medio ambiente y en industrias alimentarias.

La muestra fue de tipo aleatoria-sistemática y su tamaño será calculado usando la siguiente fórmula de población finita con proporciones con un error estimado de 0.05% y un acierto del 95 %:

$$n = \frac{z^2 N p q}{e^2 (N - 1) + z^2 p q} \dots (1)$$

n = Tamaño de muestra.

z = Desviación de la curva normal

$p =$  Probabilidad de éxito (0.5)

$q = 1 - p = 0.5$

$N =$  Población

$he = 0.05$  máximo error permitido

Reemplazando:

$$n = \frac{(1.96)^2(582)(0.5)(0.5)}{(0.05)^2(582 - 1) + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = 232$$

### 3.3. Operacionalización de variables

**Tabla 4**

*Operacionalización de las variables*

Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala
		Secadores directos o convectivos.		
	V1. Clasificación	Secadores por conducción o indirectos. secadores solares híbridos.	1-3	Ordinal
VI. Secador solar de alimentos	V2. Factores que influyen	Condiciones ambientales. Características del producto. Coeficiente de transferencia de calor. Energía necesaria para el secado.	4-6	Ordinal
	V3. Características	Humedad inicial y final del producto.	7-8	Ordinal

		Temperatura máxima de secado.		
VD.	V1. Niveles de contaminación ambiental en el Perú	Aire. Suelo. Agua.	9-12	Ordinal
	V2. Efectos de contaminación	En la población. En la flora y fauna.	13-14	Ordinal

*Nota:* elaboración propia

### 3.4. Instrumentos

El instrumento de recolección de datos es la encuesta cuyo fin es recopilar datos de las personas que sean especialistas en medio ambiente y en industrias alimentarias.

La encuesta estuvo construida con el objetivo de medir las dimensiones que se involucran en la investigación. El instrumento utilizado en el trabajo de investigación es la encuesta que se realizó en forma escrita, mediante un formulario con 19 ítems de las cuales 14 ítems cuentan con escalas de Likert y 5 ítems no lo poseen, con preguntas diseñadas de acuerdo a las variables definidas para esta investigación; las preguntas son del tipo cerrada las cuales son contestadas por el encuestado y nos permite tener una amplia cobertura del tema de investigación y que posteriormente serán validadas.

La escala está definida de la siguiente manera:

- (1) Totalmente en desacuerdo.
- (2) En Desacuerdo
- (3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- (4) De acuerdo
- (5) Totalmente de acuerdo

### 3.5. Procedimientos

Utilizando la base de datos se aplicó el programa estadístico SSPS 25.0 y Excel 2013 donde se procedió al análisis estadístico para obtener los siguientes resultados:

- Se procedió a describir los datos de cada variable a estudiar calculando el promedio, la varianza, la desviación estándar y el error estándar.
- Luego se calculó el resultado promedio de las dimensiones según los indicadores expuestos en cada ítem.
- Para la correlación entre dos variables se utilizó la correlación  $r$  de Spearman, para determinar si existe influencia significativa de las dimensiones con las variables.
- Finalmente se interpretaron los resultados según el sigma obtenido y dichas hipótesis se complementaron con las preguntas que no trabajan con la escala Likert.

### 3.6. Análisis de datos

El análisis de datos se basa en función a tablas y graficas obtenidos del procesamiento de datos y los resultados son analizados y comparados con otras investigaciones.

#### Confiabilidad

Se pudo probar la confiabilidad de la recolección de datos mediante una prueba con un número muestral de profesionales expertos en el tema que pasaron a evaluar 14 ítems que poseían una escala de 1-5. Esta prueba arrojó como resultado un alfa de Cronbach igual a 0,731 lo cual supone una buena confiabilidad del instrumento.

**Tabla 5**

*Estadísticas de fiabilidad*

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,730	,731	14

*Nota:* elaboración propia

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Contrastación de hipótesis

#### 4.1.1. Hipótesis general

**Ho:** El secador solar de alimentos no ayudara a reducir de manera significativa la contaminación ambiental en el Perú, 2019.

**Ha:** El secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa la contaminación ambiental en el Perú, 2019.

**Tabla 6**

*Correlación entre el secador solar de alimentos y la reducción significativa la contaminación ambiental en el Perú, 2019*

			Secador solar de alimentos	Contaminaci ón ambiental
Rho de Spearman	Secador solar de alimentos	Coefficiente de correlación	1,000	,689**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	232	232
	Contaminación ambiental en el	Coefficiente de correlación	,689**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	232	232

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

*Nota:* elaboración propia

**Interpretación:** Según los resultados obtenidos para comprobar la hipótesis general se ha obtenido que el coeficiente de correlación Rho de Spearman, que tiene el valor de 0.689\*\* y la sigma (bilateral) es de 0,000 el mismo que es menor al parámetro teórico de 0,05 lo que nos permite afirmar que la hipótesis alterna se cumple entonces: El secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa la contaminación ambiental en el Perú, 2019.

#### 4.1.2. Hipótesis secundarias

##### a. Hipótesis específica 1.

**H<sub>0</sub>:** El secador solar de alimentos no ayudara a reducir de manera significativa los niveles de contaminación ambiental en el Perú, 2019.

**H<sub>a</sub>:** El secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa los niveles de contaminación ambiental en el Perú, 2019.

**Tabla 7**

*Correlación entre el secador solar de alimentos y los niveles de contaminación ambiental en el Perú, 2019*

		Secador solar de alimentos	Niveles de contaminación n
Rho de Spearman	Secador solar de alimentos	1,000	,502**
		Sig. (bilateral)	.000
		N	232
	Niveles de contaminación	,502**	1,000
		Sig. (bilateral)	.000
		N	232

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Interpretación:** Según los resultados obtenidos para comprobar la hipótesis específica 1 se ha obtenido que el coeficiente de correlación Rho de Spearman, que tiene el valor de 0.502\* y el sigma (bilateral) es de 0,000 el mismo que es menor al parámetro teórico de 0,05 lo que nos permite afirmar que la hipótesis alterna se cumple entonces: El secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa los niveles de contaminación ambiental en el Perú, 2019.

**b. Hipótesis específica 2.**

**Ho:** El secador solar de alimentos no ayudara a reducir de manera significativa los efectos de contaminación ambiental en el Perú, 2019.

**Ha:** El secador solar de alimentos no ayudara a reducir de manera significativa los efectos de contaminación ambiental en el Perú, 2019.

**Tabla 8**

*Correlación entre el secador solar de alimentos y los efectos de contaminación ambiental en el Perú, 2019*

		Secador solar de alimentos	Efectos de contaminación
Rho de Spearman	Coefficiente de correlación	1,000	,811**
	Sig. (bilateral)	.	,003
	N	232	232
Efectos de contaminación	Coefficiente de correlación	,811**	1,000
	Sig. (bilateral)	,000	.
	N	232	232

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Interpretación:** Según los resultados obtenidos para comprobar la hipótesis específica 2 se ha obtenido que el coeficiente de correlación Rho de Spearman, que tiene el valor de 0.811 y el sigma (bilateral) es de 0,003 el mismo que es menor al parámetro teórico de 0,05 lo que nos permite afirmar que la hipótesis alterna se cumple entonces: El mejoramiento de la supervisión de edificaciones de la sub gerencia de autorizaciones urbanas ayudara de manera significativa a reducir las no conformidades de las obras del distrito de Cercado de Lima, 2017 - 2018.

## 4.2. Análisis e interpretación

Según la tabla y figura se puede observar que respecto a si el secador solar directo reduce de manera significativa la contaminación ambiental, el 30,2% está de acuerdo, el 28,9% está totalmente de acuerdo y el 26,3% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado, el 6,5% está en totalmente desacuerdo.

**Tabla 9**

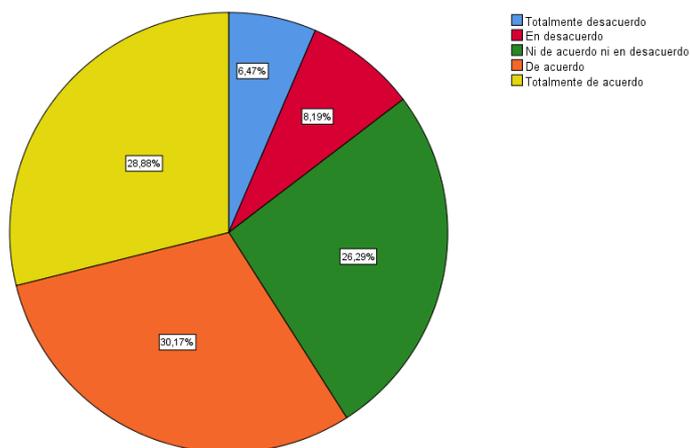
*Frecuencia respecto a si el secador solar directo reduce de manera significativa la contaminación ambiental*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	15	6,5	6,5	6,5
En desacuerdo	19	8,2	8,2	14,7
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	61	26,3	26,3	40,9
De acuerdo	70	30,2	30,2	71,1
Totalmente de acuerdo	67	28,9	28,9	100,0
Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 8**

*Frecuencia respecto a si el secador solar directo reduce de manera significativa la contaminación ambiental*



*Nota:* Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que respecto a si el secador solar indirecto reduce de manera significativa la contaminación ambiental, el 33,2% está totalmente de acuerdo luego se encuentra que el 30,2% está de acuerdo, el 21,1% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado, el 7.3% está en total desacuerdo.

**Tabla 10**

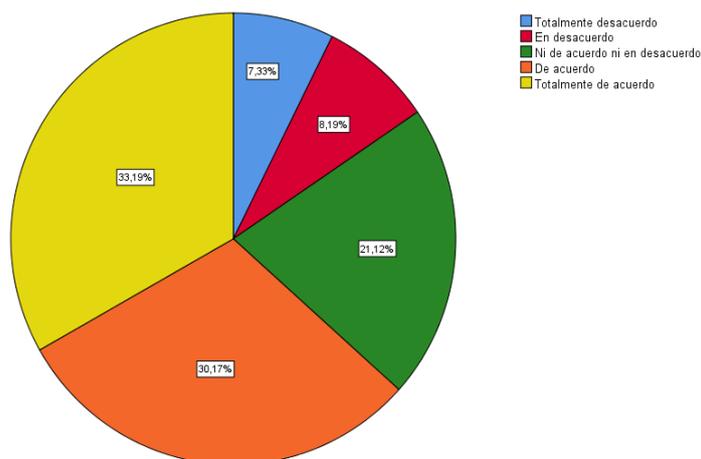
*Frecuencia respecto a si el secador solar indirecto reduce de manera significativa la contaminación ambiental*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	17	7,3	7,3	7,3
En desacuerdo	19	8,2	8,2	15,5
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	49	21,1	21,1	36,6
De acuerdo	70	30,2	30,2	66,8
Totalmente de acuerdo	77	33,2	33,2	100,0
Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 9**

*Frecuencia respecto a si el secador solar indirecto reduce de manera significativa la contaminación ambiental*



*Nota:* Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que respecto a si el secador solar híbrido reduce de manera significativa la contaminación ambiental, el 40,1% está de acuerdo luego se encuentra que el 27,6% está de totalmente acuerdo, el 20,7% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado, el 3,9% está en total desacuerdo.

**Tabla 11**

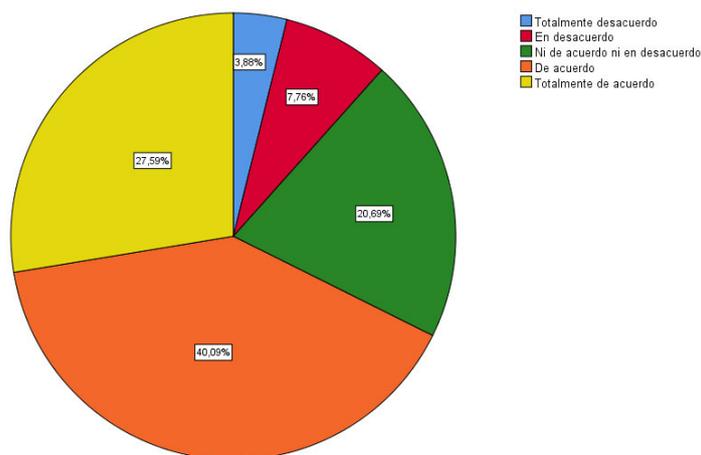
*Frecuencia respecto a si el secador solar híbrido reduce de manera significativa la contaminación ambiental*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	9	3,9	3,9	3,9
En desacuerdo	18	7,8	7,8	11,6
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	48	20,7	20,7	32,3
De acuerdo	93	40,1	40,1	72,4
Totalmente de acuerdo	64	27,6	27,6	100,0
Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 10**

*Frecuencia respecto a si el secador solar híbrido reduce de manera significativa la contaminación ambiental*



*Nota:* Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que respecto a si las condiciones ambientales son los factores más importantes a considerar para la implementación del secador solar de alimentos, el 34,1% está de acuerdo luego se encuentra que el 25,9% está totalmente de acuerdo, el 22,4% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado, el 9,5% está en total desacuerdo.

**Tabla 12**

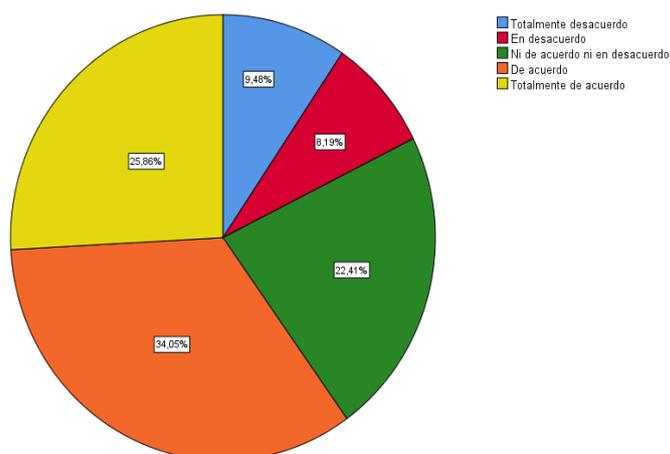
*Frecuencia respecto a si las condiciones ambientales son los factores más importantes a considerar para la implementación del secador solar de alimentos*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	22	9,5	9,5	9,5
En desacuerdo	19	8,2	8,2	17,7
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	52	22,4	22,4	40,1
De acuerdo	79	34,1	34,1	74,1
Totalmente de acuerdo	60	25,9	25,9	100,0
Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 11**

*Frecuencia respecto a si las condiciones ambientales son los factores más importantes a considerar para la implementación del secador solar de alimentos*



*Nota:* Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que respecto a si las características del producto son los factores más influyentes para la implementación del secador solar de alimentos, el 29,3% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo y de acuerdo, el 25% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado, el 7.8% está en total desacuerdo.

**Tabla 13**

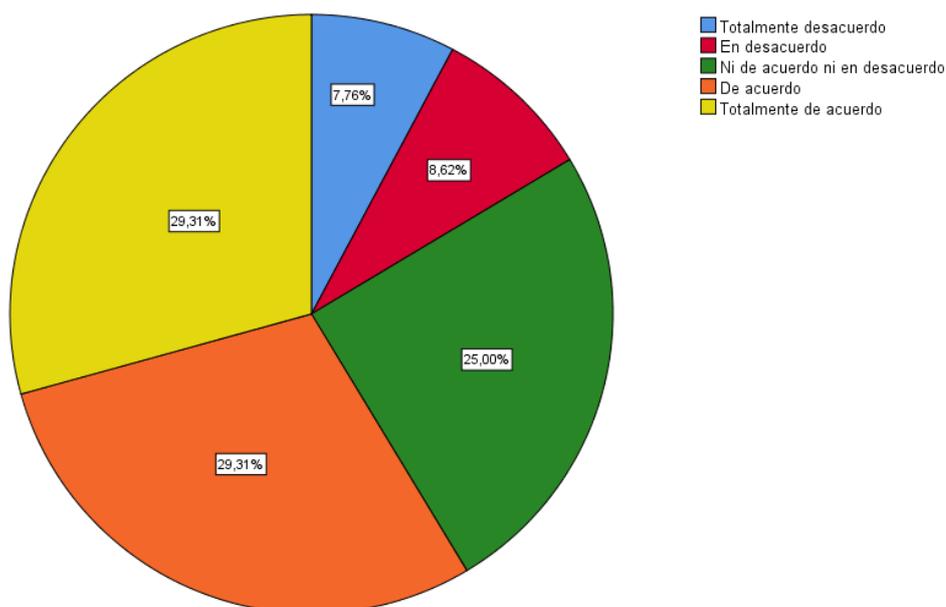
*Frecuencia respecto a si las características del producto son los factores más influyentes para la implementación del secador solar de alimentos*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente desacuerdo	18	7,8	7,8	7,8
	En desacuerdo	20	8,6	8,6	16,4
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	58	25,0	25,0	41,4
	De acuerdo	68	29,3	29,3	70,7
	Totalmente de acuerdo	68	29,3	29,3	100,0
	Total	232	100,0	100,0	

Nota: Elaboración propia

**Figura 12**

*Frecuencia respecto a si las características del producto son los factores más influyentes para la implementación del secador solar de alimentos*



Nota: Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que, respecto a la importancia de medir el coeficiente de transferencia de calor para la implementación del secador solar de alimentos, el 34,5% está totalmente de acuerdo luego se encuentra que el 27,6% está de acuerdo, al 19,4% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado, el 9,9% está en total desacuerdo.

**Tabla 14**

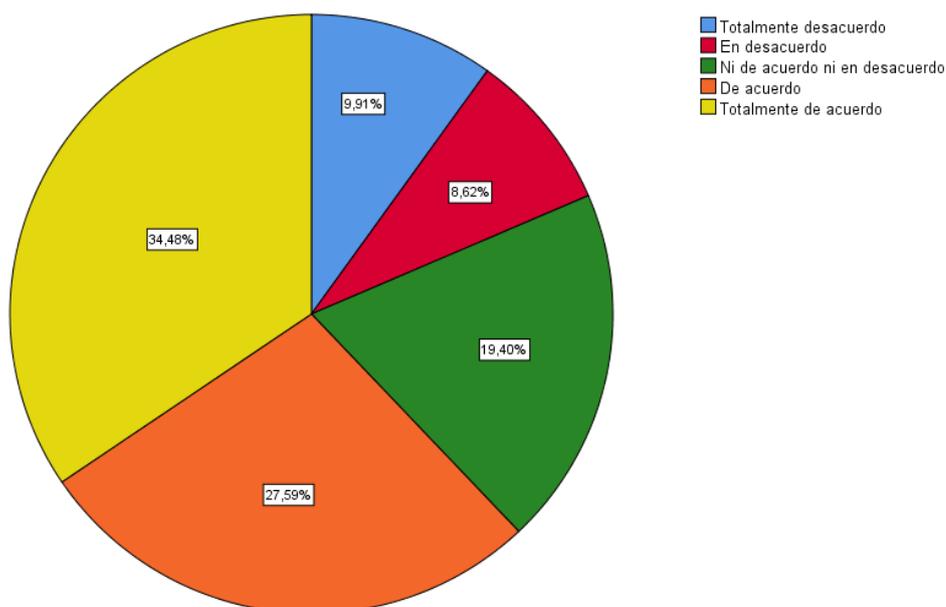
*Frecuencia respecto a la importancia de medir el coeficiente de transferencia de calor para la implementación del secador solar de alimentos*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Totalmente desacuerdo	23	9,9	9,9	9,9
En desacuerdo	20	8,6	8,6	18,5
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	45	19,4	19,4	37,9
De acuerdo	64	27,6	27,6	65,5
Totalmente de acuerdo	80	34,5	34,5	100,0
Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 13**

*Frecuencia respecto a la importancia de medir el coeficiente de transferencia de calor para la implementación del secador solar de alimentos*



*Nota:* Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que, respecto a si determinar la cantidad de energía es indispensable para su implementación, el 34,5% está totalmente de acuerdo, luego se encuentra que el 26,7% está de acuerdo, el 18,5% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado, el 13,4% está en total desacuerdo.

**Tabla 15**

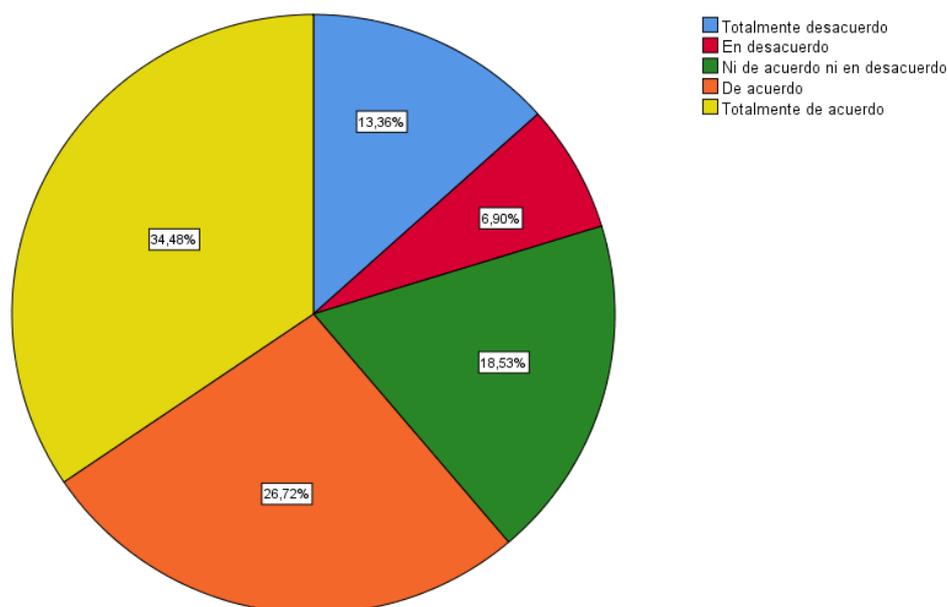
*Frecuencia respecto a si determinar la cantidad de energía es indispensable para su implementación*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente desacuerdo	31	13,4	13,4	13,4
	En desacuerdo	16	6,9	6,9	20,3
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	43	18,5	18,5	38,8
	De acuerdo	62	26,7	26,7	65,5
	Totalmente de acuerdo	80	34,5	34,5	100,0
	Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 14**

*Frecuencia respecto a si determinar la cantidad de energía es indispensable para su implementación*



*Nota:* Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que, respecto a la medición de Humedad inicial y final de los productos por parte del secador, el 31,5% está totalmente de acuerdo, luego se encuentra que el 28% está de acuerdo, el 25% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado, el 7,3% está en total desacuerdo.

**Tabla 16**

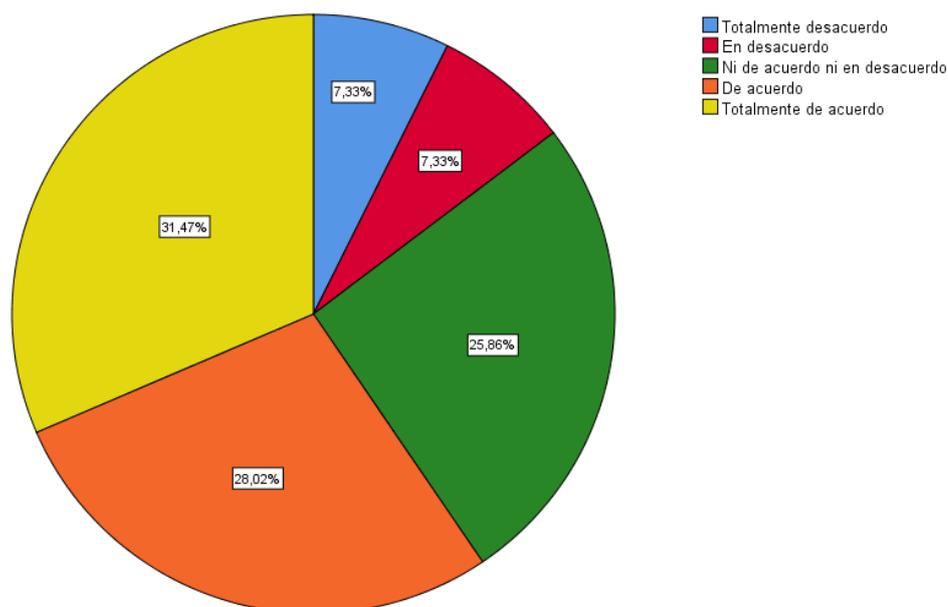
*Frecuencia respecto a la medición de Humedad inicial y final de los productos por parte del secador*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Totalmente desacuerdo	17	7,3	7,3	7,3
En desacuerdo	17	7,3	7,3	14,7
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	60	25,9	25,9	40,5
De acuerdo	65	28,0	28,0	68,5
Totalmente de acuerdo	73	31,5	31,5	100,0
Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 15**

*Frecuencia respecto a la medición de Humedad inicial y final de los productos por parte del secador*



*Nota:* Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que, respecto a las temperaturas de secado de acuerdo al tipo de producto y de secador, el 34,9% está totalmente de acuerdo, luego se encuentra que el 29,7% está de acuerdo, el 20,7% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado, el 8,6% está en total desacuerdo.

**Tabla 17**

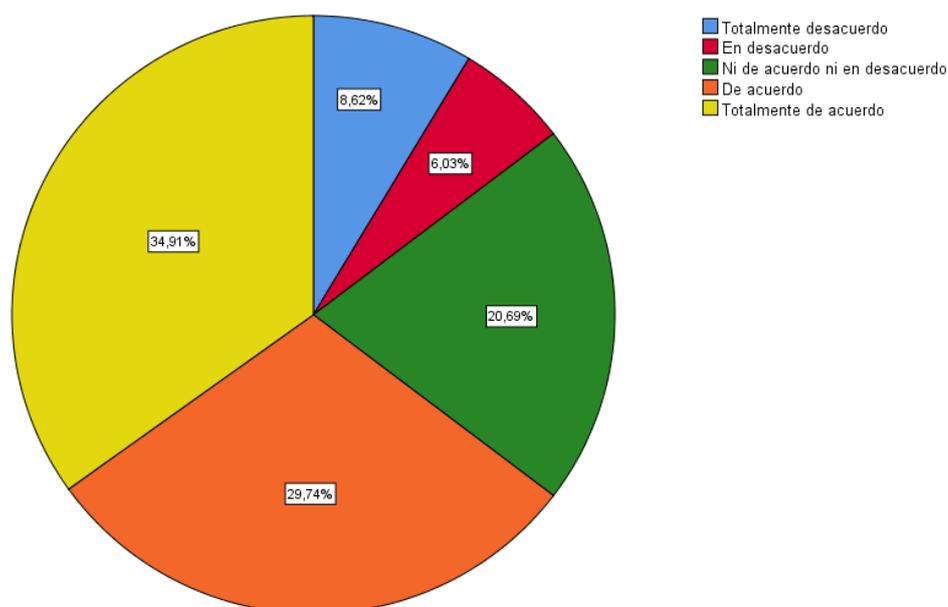
*Frecuencia respecto a las temperaturas de secado de acuerdo al tipo de producto y de secador*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente desacuerdo	20	8,6	8,6	8,6
	En desacuerdo	14	6,0	6,0	14,7
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	48	20,7	20,7	35,3
	De acuerdo	69	29,7	29,7	65,1
	Totalmente de acuerdo	81	34,9	34,9	100,0
	Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 16**

*Frecuencia respecto a las temperaturas de secado de acuerdo al tipo de producto y de secador*



*Nota:* Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que, respecto a los niveles de contaminación en el aire, el 32,8% está totalmente de acuerdo, luego se encuentra que el 25,9% está de acuerdo, el 26,3% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado, el 6,9% está en total desacuerdo.

**Tabla 18**

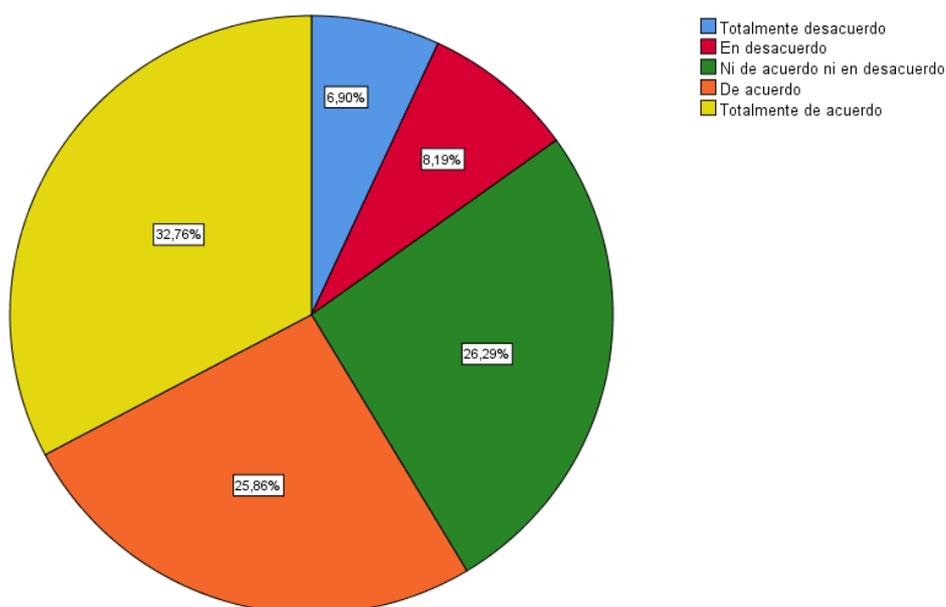
*Frecuencia respecto a los niveles de contaminación en el aire*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Totalmente desacuerdo	16	6,9	6,9	6,9
En desacuerdo	19	8,2	8,2	15,1
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	61	26,3	26,3	41,4
De acuerdo	60	25,9	25,9	67,2
Totalmente de acuerdo	76	32,8	32,8	100,0
Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 17**

*Frecuencia respecto a los niveles de contaminación en el aire*



*Nota:* Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que, respecto a los niveles de contaminación en los suelos, el 31,5% está de acuerdo, luego se encuentra que el 29,7% está totalmente de acuerdo, el 23,3% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado, el 8,6% está en total desacuerdo.

**Tabla 19**

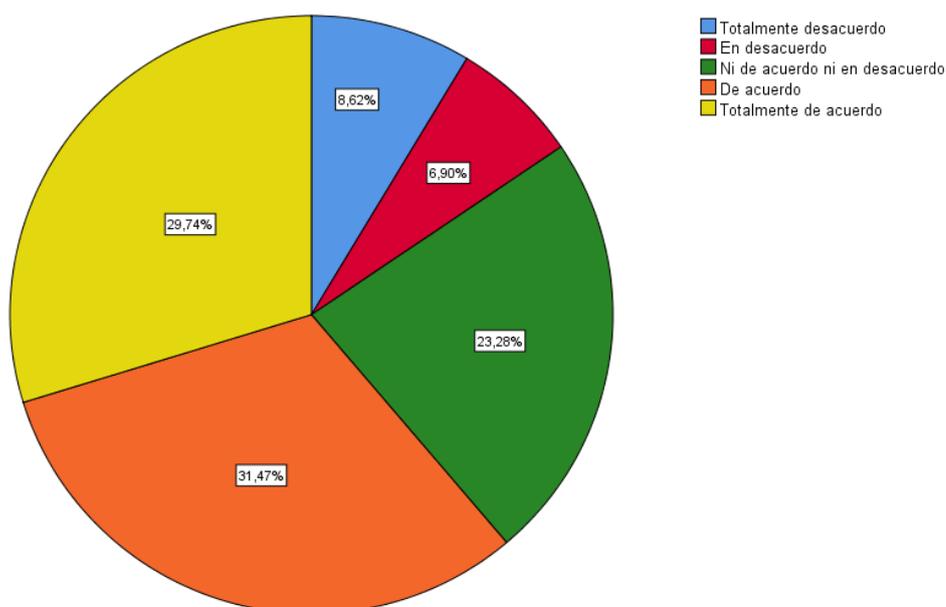
*Frecuencia respecto a los niveles de contaminación en los suelos*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente desacuerdo	20	8,6	8,6	8,6
	En desacuerdo	16	6,9	6,9	15,5
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	54	23,3	23,3	38,8
	De acuerdo	73	31,5	31,5	70,3
	Totalmente de acuerdo	69	29,7	29,7	100,0
	Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 18**

*Frecuencia respecto a los niveles de contaminación en los suelos*



*Nota:* Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que, respecto a los niveles de contaminación en el agua, el 32,8% está totalmente de acuerdo, luego se encuentra que el 27,2% está de acuerdo, el 22,4% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado, el 9,5% está en total desacuerdo.

**Tabla 20**

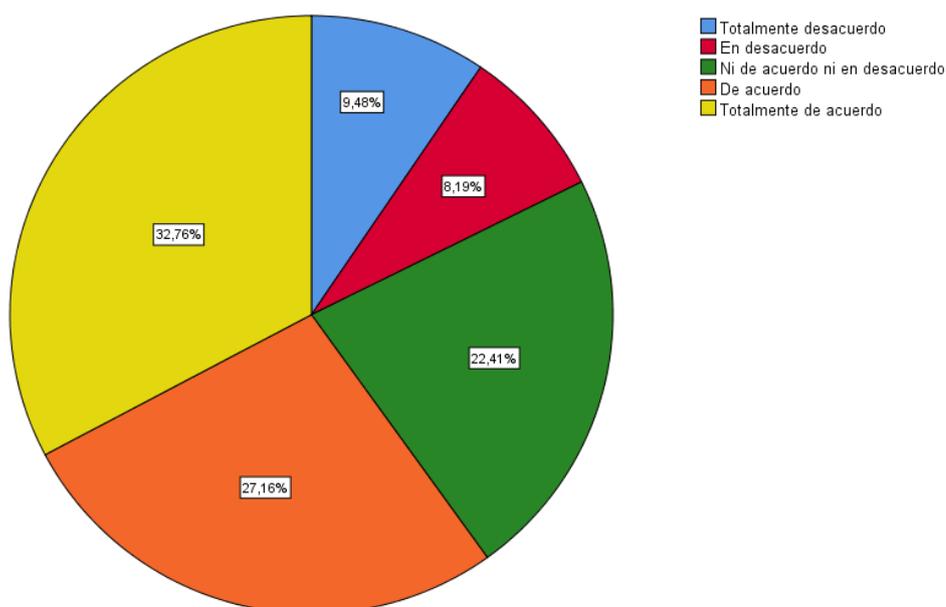
*Frecuencia respecto a los niveles de contaminación en el agua*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente desacuerdo	22	9,5	9,5	9,5
	En desacuerdo	19	8,2	8,2	17,7
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	52	22,4	22,4	40,1
	De acuerdo	63	27,2	27,2	67,2
	Totalmente de acuerdo	76	32,8	32,8	100,0
	Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 19**

*Frecuencia respecto a los niveles de contaminación en el agua*



*Nota:* Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que, respecto a los efectos de contaminación en la población son más perjudiciales, el 31% está de acuerdo, luego se encuentra que el 29,3% está totalmente de acuerdo, el 25% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado, el 7,8% está en total desacuerdo.

**Tabla 21**

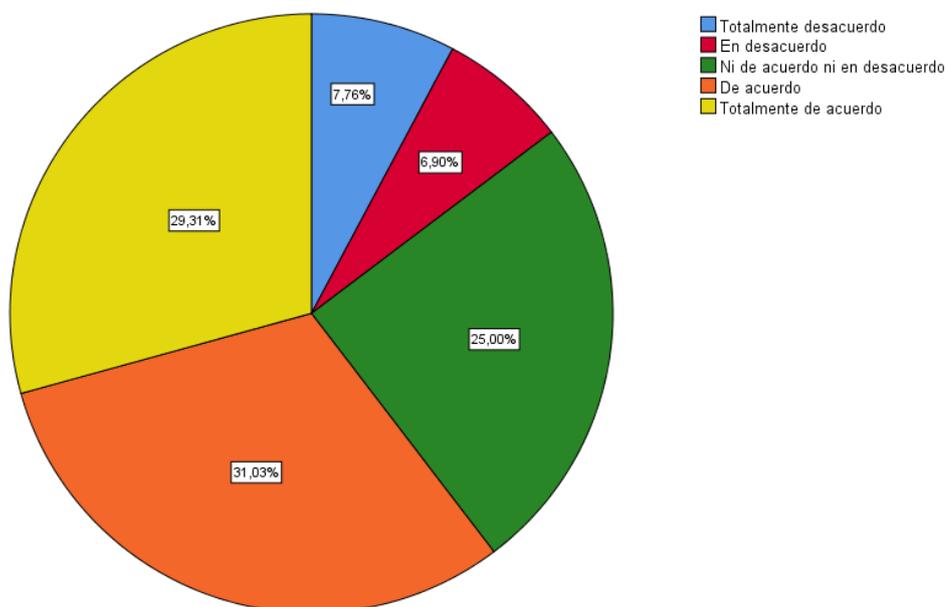
*Frecuencia respecto a los efectos de contaminación en la población son más perjudiciales*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Totalmente desacuerdo	18	7,8	7,8	7,8
En desacuerdo	16	6,9	6,9	14,7
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	58	25,0	25,0	39,7
De acuerdo	72	31,0	31,0	70,7
Totalmente de acuerdo	68	29,3	29,3	100,0
Total	232	100,0	100,0	

Nota: Elaboración propia

**Figura 20**

*Frecuencia respecto a los efectos de contaminación en la población son más perjudiciales*



Nota: Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que, respecto a los efectos de contaminación en la flora y fauna son más perjudiciales, el 33,6% está totalmente de acuerdo, luego se encuentra que el 31% está de acuerdo, el 18,5% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, por otro lado, el 10,8% está en total desacuerdo.

**Tabla 22**

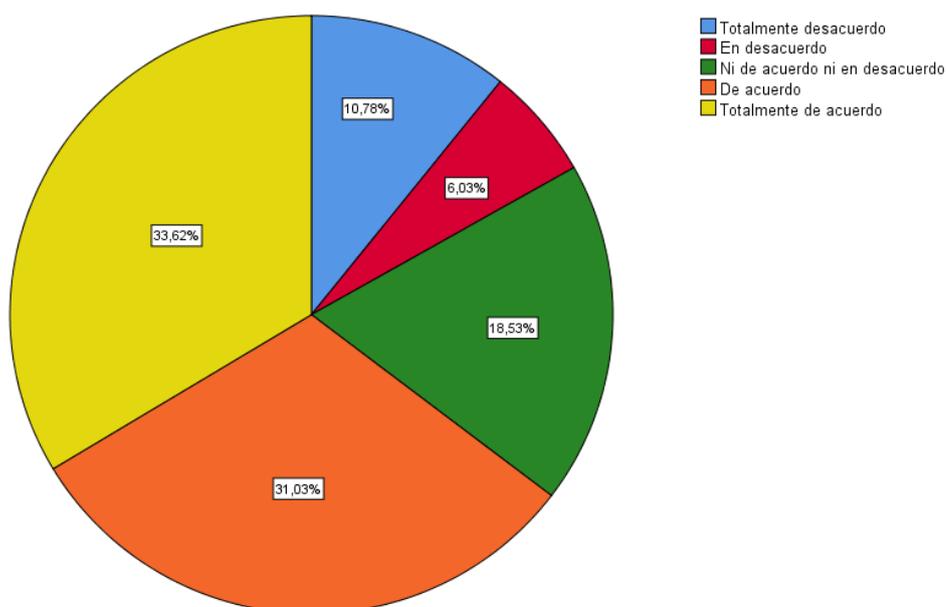
*Frecuencia respecto a los efectos de contaminación en la flora y fauna son más perjudiciales*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente desacuerdo	25	10,8	10,8	10,8
	En desacuerdo	14	6,0	6,0	16,8
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	43	18,5	18,5	35,3
	De acuerdo	72	31,0	31,0	66,4
	Totalmente de acuerdo	78	33,6	33,6	100,0
	Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 21**

*Frecuencia respecto a los efectos de contaminación en la flora y fauna son más perjudiciales*



*Nota:* Elaboración propia

Según la tabla y figura se aprecia que, respecto a la dimensión de clasificación del secador solar de alimentos, las personas encuestadas consideran que las dimensiones más importantes son Secadores por conducción o indirectos y Secadores solares híbridos con un 35.3% y el 29,3% considera a los Secadores directos o convectivos.

**Tabla 23**

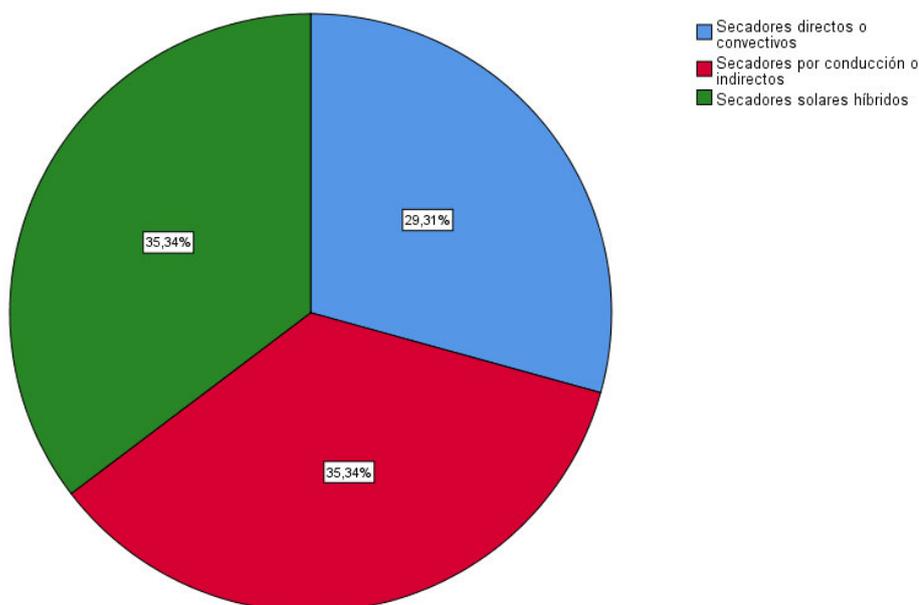
*Frecuencia respecto a la dimensión de clasificación del secador solar de alimentos*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Secadores directos o convectivos	68	29,3	29,3	29,3
Secadores por conducción o indirectos	82	35,3	35,3	64,7
Secadores solares híbridos	82	35,3	35,3	100,0
Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 22**

*Frecuencia respecto a la dimensión de clasificación del secador solar de alimentos*



*Nota:* Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que, respecto al indicador de los factores más influyentes, las personas encuestadas consideran que, la energía necesaria para el secado es el indicador más importante con un 27,6%, por otro lado, el 25,9% de las personas consideran a los indicadores del Coeficiente de transferencia de calor y las Características del producto finalmente con un 20,7% consideran a las Condiciones ambientales.

**Tabla 24**

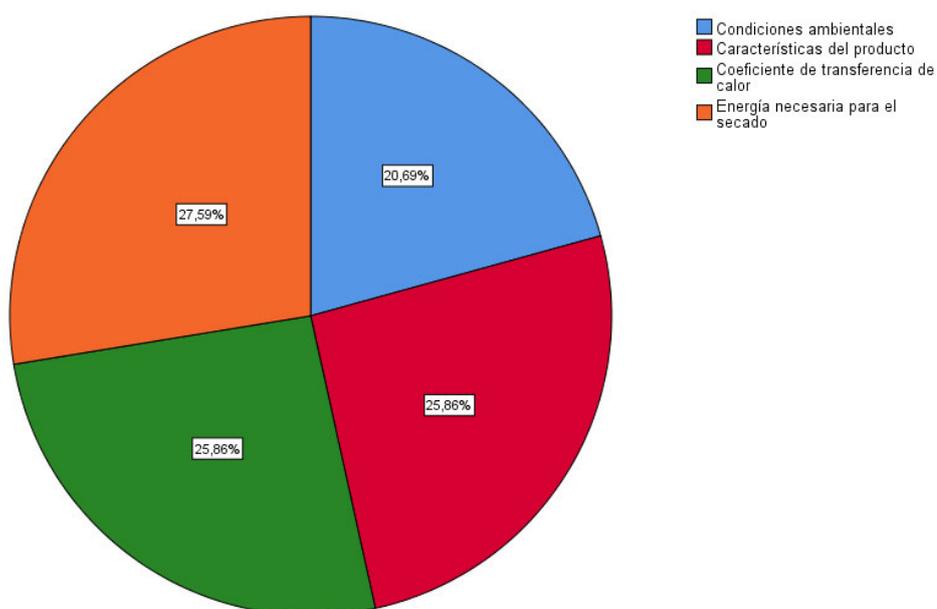
*Frecuencia respecto al indicador de los factores más influyentes*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Condiciones ambientales	48	20,7	20,7	20,7
o	Características del producto	60	25,9	25,9	46,6
	Coeficiente de transferencia de calor	60	25,9	25,9	72,4
	Energía necesaria para el secado	64	27,6	27,6	100,0
	Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 23**

Frecuencia respecto al indicador de los factores más influyentes



*Nota:* Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede apreciar que, respecto al indicador más influyente dentro de las características del secador de alimentos, las personas encuestadas consideran más importante a la Humedad inicial y final del producto con un 53% y el 47% consideran a la Temperatura máxima de secado.

**Tabla 25**

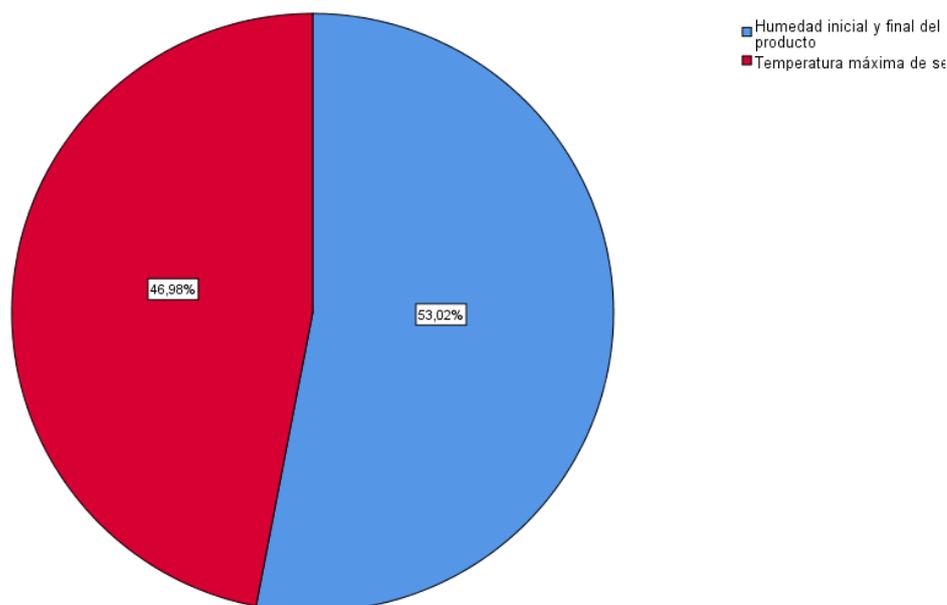
*Frecuencia respecto al indicador más influyente dentro de las características del secador de alimentos*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Humedad inicial y final del producto	123	53,0	53,0	53,0
Temperatura máxima de secado	109	47,0	47,0	100,0
Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 24**

*Frecuencia respecto al indicador más influyente dentro de las características del secador de alimentos*



*Nota:* Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que, respecto al factor con mayor nivel de contaminación, las personas encuestadas consideran al Suelo con un 37,5%, luego al Aire con un 32,3% y finalmente al agua con un 30,2%.

**Tabla 26**

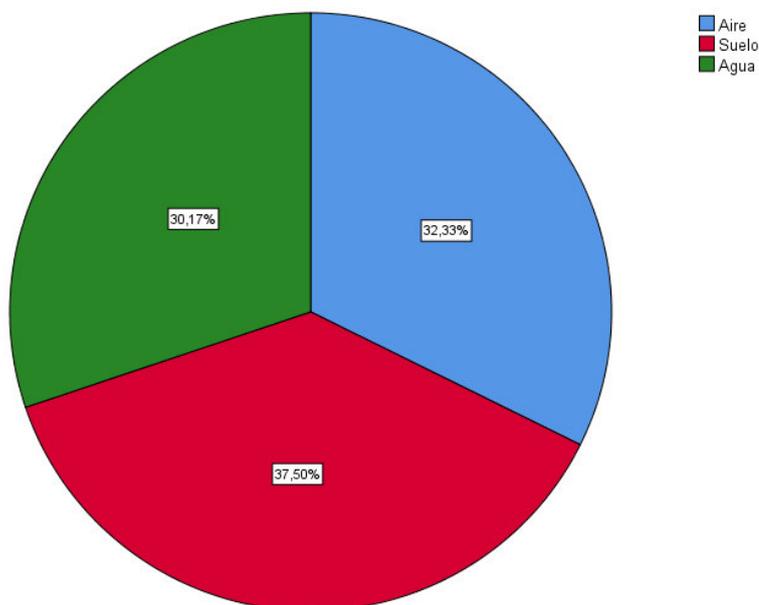
*Frecuencia respecto al factor con mayor nivel de contaminación*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Aire	75	32,3	32,3	32,3
	Suelo	87	37,5	37,5	69,8
	Agua	70	30,2	30,2	100,0
	Total	232	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

**Figura 25**

*Frecuencia respecto al factor con mayor nivel de contaminación*



Nota: Elaboración propia

Según la tabla y figura se puede observar que los efectos de contaminación son más influyentes en la flora y fauna según las personas encuestadas con un 53,9% y el 46,1% considera que en la población.

**Tabla 27**

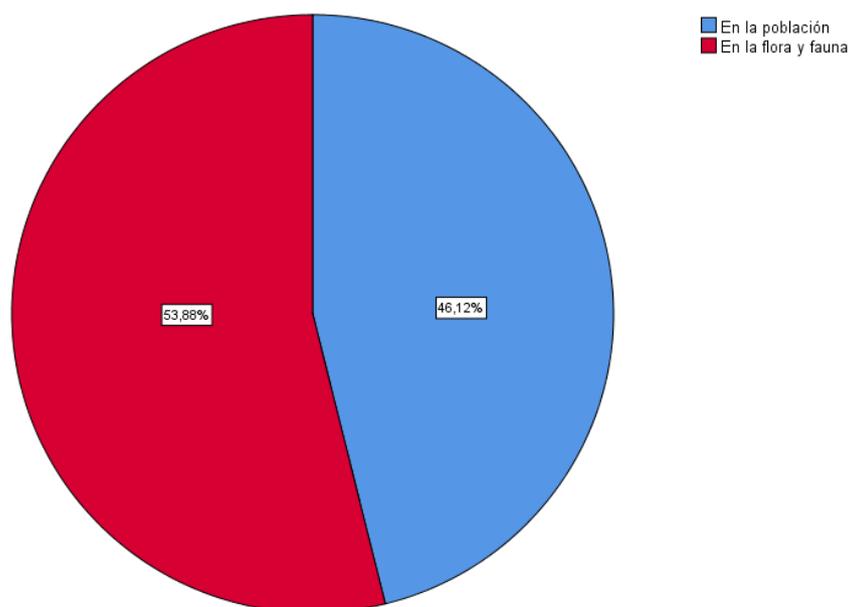
*Frecuencia respecto a los efectos de contaminación*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	En la población	107	46,1	46,1	46,1
	En la flora y fauna	125	53,9	53,9	100,0
	Total	232	100,0	100,0	

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 26**

*Frecuencia respecto a los efectos de contaminación*



*Nota:* Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### Discusión

Torres y Vega (2015) en su tesis, Evaluación de un sistema de secado con energía solar, para deshidratar los residuos orgánicos generados en el restaurante del bloque d de la universidad libre sede bosque popular se identificó el potencial en el manejo y aprovechamiento de los residuos generados en la cafetería del bloque D de la Universidad Libre sede Bosque Popular; aun cuando no hay un espacio para la práctica del buen uso de los residuos, se encontró una locación adecuada y con las condiciones necesarias para el desarrollo de esta actividad. Desarrollando el proyecto, además del espacio y las oportunidades de aprovechar los recursos, se hizo necesario tener en cuenta el uso de los secadores solares y se encontró que su diseño, ha evolucionado, se han construido diversos tipos de acuerdo a la forma de recibir la energía solar, el flujo de aire, material a secar, entre otros. De acuerdo con ello en esta investigación se obtuvo el coeficiente de correlación Rho de Spearman, un valor de 0.689\*\* y el sigma (bilateral) es de 0,000 el mismo que es menor al parámetro teórico de 0,05 lo que nos permite afirmar que el secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa la contaminación ambiental en el Perú, 2019.

Duran y Orma (2014) en su investigación Utilización de la termodinámica mediante secadores solaren en deshidratación de productos hidrobiológicos plantearon como objetivo elaborar un producto de bajo costo, con un elevado contenido proteico y aceptable por el consumidor; orientadas a desarrollar la aplicación del gran potencial energético de radiación solar. Las pruebas experimentales realizadas en el secador solar modelo modificado ITINTEC, permitieron evaluar durante el transcurso de horas sol, las variaciones de temperatura en la cámara y humedad a la entrada y salida de la misma, registrando también la velocidad del viento concluyéndose que el producto es apto para consumo humano, tanto los almacenados al medio ambiente como el almacenado en refrigeración. De acuerdo con ella en la presente

investigación el coeficiente de correlación Rho de Spearman, que resulto con un valor de 0.502\* y el sigma (bilateral) es de 0,000 el mismo que menor al parámetro teórico de 0,05 lo que nos permite afirmar que el secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa los niveles de contaminación ambiental en el Perú, 2019.

Hernández et al. (2017) en su artículo Secado de frutas y verduras con energía solar se determinó que el secado de productos alimenticios, es un método para la conservación de los mismos, ya que impide la proliferación de microorganismos evitando su putrefacción mediante la extracción del agua que contienen, proceso que en ocasiones se lleva a cabo evaporando el agua por adición de calor latente y su velocidad de secado está en relación a la velocidad del suministro de calor latente. Se presenta brevemente una descripción del secador solar empleado, la instrumentación empleada y el proceso experimental que se llevó a cabo en cada una de las pruebas. La energía solar puede ser empleada como una buena fuente de suministro de calor para la deshidratación de productos agrícolas como las verduras y frutas, reduciendo el costo de producción por los gastos de energía eléctrica o en su caso de quema de combustibles empleados para producir aire caliente. Esto a su vez, aporta una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero, debido al origen de la energía. De acuerdo con ellos en esta investigación se obtuvo que el coeficiente de correlación Rho de Spearman, obtuvo un valor de 0.811 y el sigma (bilateral) es de 0,003 el mismo que es menor al parámetro teórico de 0,05 lo que nos permitió afirmar que El secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa los efectos de contaminación ambiental en el Perú, 2019.

## VI. CONCLUSIONES

- El secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa la contaminación ambiental en el Perú, 2019, esto debido a que se obtuvo un coeficiente de correlación Rho de Spearman, que tiene el valor de 0.689\*\* y el sigma (bilateral) es de 0,000 el mismo que es menor al parámetro teórico de 0,05.
- El secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa los niveles de contaminación ambiental en el Perú, 2019, esto debido a que se obtuvo un coeficiente de correlación Rho de Spearman, que tiene el valor de 0.502\* y el sigma (bilateral) es de 0,000 el mismo que es menor al parámetro teórico de 0,05.
- El secador solar de alimentos no ayudara a reducir de manera significativa los efectos de contaminación ambiental en el Perú, 2019, esto debido a que se obtuvo un coeficiente de correlación Rho de Spearman, que tiene el valor de 0.811 y el sigma (bilateral) es de 0,003 el mismo que es menor al parámetro teórico de 0,05.

## VII. RECOMENDACIONES

- Aplicar el uso del secador solar de alimentos para así reducir de manera significativa la contaminación ambiental en el Perú, teniendo en cuenta aspectos como el tipo de secados, los factores que influyen y las características de este.
- Reducir los niveles de contaminación ambiental en el Perú utilizando el secador solar de alimentos, sobre todo en aspectos como aire, agua y suelo.
- Reducir los efectos de contaminación ambiental en el Perú en la flora, fauna y la población utilizando el secador solar de alimentos.

## VIII. REFERENCIAS

- Bravo, A. (2018). *Evaluación de secadores solares de tipo indirecto en el rendimiento de la producción de papa seca*. [Tesis de Grado]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Çengel, Y. (2007). *Transferencia de calor y masa: un enfoque práctico*. McGraw-Hill.
- Chango, C. (2017). *La contaminación ambiental y sus efectos*. [Tesis de Grado]. Universidad de los Andes.
- Colina, M. (2010). *Deshidratación de Alimentos*. Trillas.
- De la torre, J. y Portilla, M. (2015). *Diseño y construcción de un prototipo de secador solar para el Capsicum Annum (ají) con colector- almacenador en el lecho de rocas con una capacidad de 25 Kg*. [Tesis de grado]. Universidad de las fuerzas armadas.
- Duran, E. y Orma, E. (2014). Utilización de la termodinámica mediante secadores solaren en deshidratación de productos hidrobiológicos. *Revista Científica Investigación Andina*, 11(1). pp. 33-40.
- Ellwanger, L. (2009). *Evaluación técnica de los procesos de deshidratación osmótica y convectiva durante una práctica vinculada en una planta deshidratadora de berries*. [Tesis de grado]. Universidad Austral de Chile.
- Espinoza, J. (2016). Innovación en el deshidratado solar. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24(ESPECIAL), pp. 72-80.
- Figuroa, D. (2013). *Curso de Tecnologías de Secado Solar/Elementos Básicos de Psicrometría. Curso Taller de Secado Solar* (p. 6). Temixco Morelos: IER.
- Finck, M. (2013). *Curso de Actualización. Curso Taller de Secado Solar*. Temixco Morelos: IER.

- García, M., Alvis, A., y García, C. (2015). Evaluación de los pretratamientos de deshidratación osmótica y microondas en la obtención de hojuelas de mango (Tommy Atkins). *Información tecnológica*, 26(5), pp. 63-70.
- Grupo Consultivo de Expertos (GCE), (2010). *Manual del sector de la energía Quema de Combustibles*. Opinión.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista P. (2010). *Metodología de la investigación*. (5ª Ed.). Interamericana editores, S.A. de C.V. Editorial Mc. Graw Hill.
- Hernández, V., Olvera, O., Guzmán, P. y Morillón, D. (2017). Secado de frutas y verduras con energía solar. *Revista de sistemas experimentales*, 4(11), pp. 22-33.
- Marcala, D. (2010). *Denominación de origen café Marcala, Secadoras solares*.  
<http://www.cafemarcala.com/userfiles/file/documento%20secadora>
- Mayurí, J. (2015). El marketing y la ventaja competitividad en los alumnos de FCA-UNMSM, comparada con los alumnos de administración de la Universidad de los Estudios de Bérgamo. *Rev. de Investigación de la Fac. de Ciencias Administrativas*, 18(36), pp. 31-38.
- Ministerio para la Transición Ecológica (2017). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*.  
[https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia\\_huella\\_carbono\\_tcm30-479093.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf)
- Morán, G. y Alvarado, D. (2010). *Métodos de investigación*. (Primera edición). Pearson educación.
- Moya, R. (2011). El uso de la energía solar para la deshidratación de frutas y vegetales. *CitriFrut*, 28(2), pp. 3–6.

- Nuñez, S. (2017). *Automatización de los procesos de secado y selección del cacao ecuatoriano conservando las características sensoriales y previniendo riesgos laborales*. [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Landa, L. (2019). *Diseño, construcción y evaluación de un secador solar indirecto para comunidades rurales de Tarma*. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Del Centro Del Perú.
- Pérez, E. (2014). *Diseño de un sistema deshidratador de alimentos geotérmico de baja entalpia*. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pérez, M. y Sosa, M. (2013). Mecanismos de transferencia de calor que ocurren en tratamientos térmicos de alimentos. *Temas selectos de Ingeniería de alimentos*, 7(1), pp. 37-47.
- Ramírez, A., Ampa, I. y Ramírez, K. (2007). *Tecnología de la investigación*. (1a ed.). Editorial Moshera SRL.
- Samaniego, C., Álvarez, O. y Maldonado, J. (2016). Emisiones provocadas por combustión de GLP a partir de calefones en la ciudad de Loja y su posible relación con enfermedades. *CEDAMAZ 2016*, 6(1), pp. 60-67.
- Torres, M. y Vega, D. (2015). *Evaluación de un sistema de secado con energía solar, para deshidratar los residuos orgánicos generados en el restaurante del bloque d de la universidad libre sede bosque popular*. [Tesis de grado]. Universidad Libre.
- Vega, F. (2017). *Diseño y construcción de un deshidratador de plátano mediante el aprovechamiento de energía solar pasiva para los laboratorios de la facultad ingeniería civil y mecánica*. [Tesis de grado]. Universidad Técnica de Ambato.
- Vilcarima, C. (2015). *Diseño de secador solar de piña y plátano automático*. [Tesis de Grado]. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Vimar Systems dryers and technology (2020). *Secadores Industriales*.  
<https://www.vimarsystems.com/equipos/secaderos-industriales>

Zapata, M. (2018). *Mejoramiento de la tecnología de secado de tomillo (Thymus vulgaris L.)  
Mediante el diseño y construcción de un equipo de deshidratación.* [Tesis de Grado].  
Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

## **IX. ANEXOS**

## ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA																								
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿El secador solar de alimentos ayudara a reducir la contaminación ambiental en el Perú, 2019?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿El secador solar de alimentos ayudara a reducir los niveles de contaminación ambiental en el Perú, 2019?</p> <p>¿El secador solar de alimentos ayudara a reducir los efectos de contaminación ambiental en el Perú, 2019?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar si el secador solar de alimentos ayudara a reducir la contaminación ambiental en el Perú, 2019</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Determinar si el secador solar de alimentos ayudara a reducir los niveles de contaminación ambiental en el Perú, 2019.</p> <p>Determinar si el secador solar de alimentos ayudara a reducir los efectos de contaminación ambiental en el Perú, 2019.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>El secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa la contaminación ambiental en el Perú, 2019.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>El secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa los niveles de contaminación ambiental en el Perú, 2019.</p> <p>El secador solar de alimentos ayudara a reducir de manera significativa los efectos de contaminación ambiental en el Perú, 2019.</p>	<p><b>Variable 1: Secador solar de alimentos</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">V1. Clasificación</td> <td>Secadores directos o convectivos</td> </tr> <tr> <td>Secadores por conducción o indirectos</td> </tr> <tr> <td>secadores solares híbridos</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">V2. Factores que influyen</td> <td>Condiciones ambientales</td> </tr> <tr> <td>Características del producto</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de transferencia de calor</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">V3. Características</td> <td>Energía necesaria para el secado</td> </tr> <tr> <td>Humedad inicial y final del producto</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Temperatura máxima de secado</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Variable 2. Contaminación ambiental en el Perú</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">V1. Niveles de contaminación</td> <td>Aire</td> </tr> <tr> <td>Suelo</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">V2. Efectos de contaminación</td> <td>En la población</td> </tr> <tr> <td>En la flora y fauna</td> </tr> </tbody> </table>	Dimensiones	Indicadores	V1. Clasificación	Secadores directos o convectivos	Secadores por conducción o indirectos	secadores solares híbridos	V2. Factores que influyen	Condiciones ambientales	Características del producto	Coefficiente de transferencia de calor	V3. Características	Energía necesaria para el secado	Humedad inicial y final del producto		Temperatura máxima de secado	Dimensiones	Indicadores	V1. Niveles de contaminación	Aire	Suelo	Agua	V2. Efectos de contaminación	En la población	En la flora y fauna	<p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <p>Descriptiva</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b></p> <p>Correlacional - transversal</p> <p><b>Métodos:</b></p> <p>Deductivo - cuantitativo</p> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>No experimental</p> <p><b>Población:</b></p> <p>La población de estudio es la población total del Perú, el cual cuenta con 32.7 millones de personas</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>La muestra de estudio se determinó en 384 personas, que sean especialistas en medio ambiente y en industrias alimentarias.</p>
Dimensiones	Indicadores																											
V1. Clasificación	Secadores directos o convectivos																											
	Secadores por conducción o indirectos																											
	secadores solares híbridos																											
V2. Factores que influyen	Condiciones ambientales																											
	Características del producto																											
	Coefficiente de transferencia de calor																											
V3. Características	Energía necesaria para el secado																											
	Humedad inicial y final del producto																											
	Temperatura máxima de secado																											
Dimensiones	Indicadores																											
V1. Niveles de contaminación	Aire																											
	Suelo																											
	Agua																											
V2. Efectos de contaminación	En la población																											
	En la flora y fauna																											

## ANEXO B: INSTRUMENTO

### Instrucciones:

Las siguientes preguntas tienen que ver con varios aspectos de su trabajo. Señale con una X dentro del recuadro correspondiente a la pregunta, de acuerdo al cuadro de codificación.

Por favor, conteste con su opinión sincera, es su opinión la que cuenta y por favor asegúrese de que no deja ninguna pregunta en blanco.

Codificación				
1	2	3	4	5
Totalmente desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

		1	2	3	4	5
01	Considera mas conveniente un secador solar directo para reducir de manera significativa la contaminación ambiental.					
02	Considera mas conveniente un secador solar indirecto para reducir de manera significativa la contaminación ambiental.					
03	Considera mas conveniente un secador solar hibrido para reducir de manera significativa la contaminación ambiental.					
04	Las condiciones ambientales son los factores mas importantes a considerar para la implementacion del secador solar de alimentos.					
05	Las características del producto son factores que influyen mas en la implementacion del secador solar de alimentos.					
06	Considera importante medir coeficiente de transferencia de calor para la implemtentacion del secador solar de alimentos.					
07	Determinar la cantidad de energia necesaria que requiere el secador es indispensable para su implementacion.					
08	Considera indispensable la medicion de la Humedad inicial y final de los productos por parte del secador.					
09	Las temperaturas de secado deben analizarse de acuerdo al tipo de producto y de secador que se decida emplear.					
10	A su criterio considera mas elevados los niveles de contaminacion en el aire.					
11	A su criterio considera mas elevados los niveles de contaminacion en los suelos.					
12	A su criterio considera mas elevados los niveles de contaminacion en el agua.					
13	En la poblacion los efectos de contaminacion son mas perjudiciales.					
14	La flora y fauna con los agentes que considera usted son mas afectados con los efectos de contaminacion.					

Marque con una (x) la alternativa que considera la mas adecuada para cada pregunta.	
15	¿Cuál considera usted la dimensión más importante de la clasificación del secador solar de alimentos?
	a   Secadores directos o convectivos
	b   Secadores por conducción o indirectos
	c   Secadores solares híbridos
16	¿Cuál considera usted el indicador más importante dentro de los factores más influyentes?
	a   Condiciones ambientales
	b   Características del producto
	c   Coeficiente de transferencia de calor
17	d   Energía necesaria para el secado
	¿Cuál considera usted el indicador más influyente dentro de las características del secador de alimentos?
	a   Humedad inicial y final del producto
	b   Temperatura máxima de secado
18	¿Cuál considera usted el factor con mayor nivel de contaminación?
	a   Aire
	b   Suelo
	c   Agua
19	¿En cuál de los siguientes factores considera que los efectos de contaminación son más influyentes?
	a   En la población
	b   En la flora y fauna