

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y  
ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y  
ALIMENTOS**

**TESIS PROFESIONAL**

**APROVECHAMIENTO DE LA  
ENERGÍA SOLAR PARA LA  
ELABORACIÓN DE MASAS BÁSICAS  
DE LA REPOSTERÍA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN GASTRONOMÍA**

**PRESENTA**

**CARLOS AARÓN BETANZOS RINCÓN**

**DIRECTOR DE TESIS**

**MTRO. ALEJANDRO DE JESÚS TOLEDO NANGUELU**

**ASESOR EXTERNO**

**DR. NEÍN FARRERA VÁZQUEZ**



**TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS**

**SEPTIEMBRE 2020**

## **AGRADECIMIENTOS**

Con gran respeto y toda sinceridad dedico este apartado a mi familia, que con su apoyo incondicional contribuyo a concluir mi carrera universitaria, la cual representa una experiencia de vida, el conocimiento, la mejor herencia a nivel personal.

Agradezco a todas aquellas personas interesadas que estuvieron para aconsejarme y guiarme para bien a lo largo de mi carrera hasta el día de hoy. Gracias por el voto de confianza a mi proyecto de grado Maestros, Doctores, y Chefs de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, del Instituto de Investigación e Innovación en Energías Renovables, y a la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. De igual manera al huerto Muil Itaj de la UNICACH CU por acoger al proyecto y al horno solar.

Pero aún mas agradecido con la vida y con el entorno que esta me provee.

# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
JUSTIFICACIÓN .....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
OBJETIVOS.....	5
GENERAL .....	5
ESPECÍFICOS .....	5
MARCO TEÓRICO .....	6
EL SOL .....	7
APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR EN MÉXICO.....	8
PRINCIPIOS PARA LA OBTENCIÓN DE FUENTES DE ENERGÍA PRIMARIA Y SU TRANSFORMACIÓN A ENERGÍA ÚTIL.....	9
EMPLEOS GENERADOS EN EL MUNDO GRACIAS A LAS ENERGÍAS RENOVABLES .....	11
ENERGÍA SOLAR .....	12
ENERGÍA SOLAR TÉRMICA .....	13
LA IMPORTANCIA DE UN HORNO EN LA REPOSTERÍA Y SUS PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO.....	14
PRINCIPIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN HORNOS CONVENCIONALES .....	16
PRINCIPIOS DE LA ACUMULACIÓN DE ENERGÍA APLICADO A UN HORNO SOLAR.....	21
LA COCCIÓN, LA BASE DE LA COCINA.....	25
COCCIÓN POR CONCENTRACIÓN.....	26
COCCIÓN POR EXPANSIÓN.....	27
COCCIÓN MIXTA .....	27
MASAS BÁSICAS DE LA REPOSTERÍA Y MÉTODOS DE ELABORACIÓN .....	27
MASAS QUEBRADAS.....	28
MASAS FERMENTADAS .....	29
MASAS BATIDAS.....	30
MASAS HOJALDRADAS .....	31
MASAS ESCALDADAS.....	33
INGREDIENTES BÁSICOS EN LA REPOSTERÍA.....	35

HARINA.....	35
AZÚCAR.....	36
HUEVO.....	37
¿QUÉ OCURRE CUANDO AUMENTA LA TEMPERATURA DE UN HUEVO?.....	38
ALCOHOLES.....	39
GRASAS.....	39
AGUA.....	41
LEVADURAS.....	42
SAL.....	42
IMPULSORES Y ADITIVOS.....	43
¿QUÉ ES UN HORNO SOLAR?.....	44
PARTES DE UN HORNO SOLAR DE ACUMULACIÓN CONVENCIONAL.....	45
TIPOS DE COCINAS SOLARES.....	47
MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE UN HORNO SOLAR.....	49
FUNCIONAMIENTO DE UN HORNO SOLAR.....	52
QUÉ VENTAJAS Y DESVENTAJAS HAY AL UTILIZAR UN HORNO SOLAR ECOLÓGICO PARA LA REPOSTERÍA.....	53
VENTAJAS.....	53
DESVENTAJAS.....	54
BUENAS PRÁCTICAS DE HIGIENE ALIMENTARIA.....	55
COSTOS Y ENTORNO FISCAL PARA EL USO FUENTES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO.....	57
EL CAMBIO CLIMÁTICO: CAUSAS, CONSECUENCIAS Y SOLUCIONES.....	58
¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO?.....	58
DESARROLLO SUSTENTABLE; LA SOLUCIÓN ES ¿LA POLÍTICA? O ¿LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DE TRASCENDENCIA?.....	60
BREVE CRONOLOGÍA DEL DESARROLLO SUSTENTABLE EN CHIAPAS.....	61
CHIAPAS Y SU PRODUCCIÓN ALIMENTARIA CON CONCIENCIA.....	62
HIPÓTESIS.....	65
METODOLOGÍA.....	66
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	66
POBLACIÓN.....	66

MUESTRA .....	67
MUESTREO.....	67
VARIABLES.....	67
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN .....	68
DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS .....	68
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	70
DE LA HIPÓTESIS A LOS RESULTADOS.....	70
PRUEBA 1. REGISTRO DE LA TEMPERATURA ACUMULADA DURANTE EL DESHIDRATADO SOLAR DE MERENGUE SUIZO .....	71
PRUEBA 2. ACEPTABILIDAD EN GENERAL DEL DESHIDRATADO DE MERENGUE SUIZO MEDIANTE PAPELETAS HEDÓNICAS DESCRIPTIVAS.....	74
PRUEBA 3. MEDICIÓN Y REGISTRO DE LA TEMPERATURA ACUMULADA EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO (TERMÓMETRO ANÁLOGO) .....	76
PRUEBA 4. REGISTRO COMPARATIVO DE LA TEMPERATURA ACUMULADA EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO CON Y SIN PIEDRAS DE RIO (TERMÓMETRO ANÁLOGO) .....	78
PRUEBA 5. COCCIÓN DE CUATRO MASAS BÁSICAS, MERENGUE SUIZO, Y FLAN NAPOLITANO (TIEMPO DE COCCIÓN, TEMPERATURA Y RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO).....	83
EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MASAS DE REPOSTERÍA VIABLES PARA LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO .....	88
CREACIÓN DE POSTRES Y ENTREMÉS CON LAS MASAS HORNEADAS EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO .....	91
RECETA 1. PAN BLANCO (MASA FERMENTADA).....	93
PAN BLANCO .....	93
RECETA 2. MERENGUE SUIZO (MERENGUE: MÉTODO DIRECTO) .....	99
MERENGUE SUIZO .....	99
RECETA 3. GENOVESA (MASA BATIDA: AIREADA) .....	106
GENOVESA .....	106
RECETA 4. GALLETAS DE CARDAMOMO, NARANJA Y DULCES (MASA QUEBRADA: SABLÉE) .....	111
GALLETAS DE CARDAMOMO, NARANJA Y DULCES .....	111
RECETA 5. FLAN NAPOLITANO O ESPAÑOL (MEZCLA BATIDA CUAJADA) .....	117
FLAN NAPOLITANO O ESPAÑOL.....	117

RECETA 6. GALLETAS DE NARANJA Y CANELA (MASA QUEBRADA: BRISÉE).....	121
GALLETAS DE NARANJA Y CANELA.....	121
RECETA 7. MIL HOJAS CON MOUSSELINE (HOJALDRE DIRECTO DE TRES DOBLECES) .....	130
MIL HOJAS CON MOUSSELINE .....	130
RECETA 8. PIZZA DEL HUERTO (MASA FERMENTADA).....	134
PIZZA DEL HUERTO .....	134
CONCLUSIONES.....	140
PROPUESTAS Y/O RECOMENDACIONES.....	142
REFERENCIAS DOCUMENTALES .....	143
ANEXOS.....	151
ANEXO 1. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PARA LA SELECCIÓN DE PANELISTAS MEDIANTE UNA ENCUESTA.....	151
ANEXO 2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PARA LAS EVALUACIONES SENSORIALES DESCRIPTIVAS Y DE ACEPTABILIDAD.....	152
ANEXO 3. CONSTRUCCIÓN DE HORNO SOLAR ECOLÓGICO TIPO CAJA DE ACUMULACIÓN TÉRMICA .....	153
ANEXO 3.1 MATERIALES Y UTENSILIOS PARA LA FABRICACIÓN DE UN HORNO SOLAR DE ACUMULACIÓN TÉRMICA.....	153
ANEXO 3.2 DISEÑO Y FABRICACIÓN DE HORNO SOLAR .....	154
ANEXO 3.3 PASOS PARA LA FABRICACIÓN DE UN HORNO SOLAR CON MATERIALES RECICLADOS .....	155
ANEXO 3.4 COSTO DE FABRICACIÓN.....	160

## ÍNDICE DE FIGURAS

**FIGURA 1. APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR CON PANEL FOTOVOLTAICO ..... ¡Error!**  
Marcador no definido.

**FIGURA 2. RADIACIÓN SOLAR EN MÉXICO, RADIACIÓN SOLAR EN ALEMANIA, RADIACIÓN SOLAR EN CHINA ..... ¡Error!** Marcador no definido.

**FIGURA 3. EMPLEOS GENERADOS POR ENERGÍAS RENOVABLES A NIVEL MUNDIAL ..... 12**

**FIGURA 4. HORNO SOLAR Y SU FUNCIONAMIENTO ..... ¡Error!** Marcador no definido.

**FIGURA 5. CONDUCCIÓN, RADIACIÓN Y CONVECCIÓN EN HORNO DE GAS LP ..... ¡Error!**  
Marcador no definido.

**FIGURA 6. TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONDUCCIÓN, DE UN CUERPO CON UN EXTREMO CALIENTE A UNO FRÍO, PARA IGUALAR SU TEMPERATURA ¡Error!** Marcador no definido.

**FIGURA 7. LA RADIACIÓN SOLAR Y SU PODER ENERGÉTICO, CONCENTRADO EN UNA HOJA DE PAPEL..... ¡Error!** Marcador no definido.

**FIGURA 8. MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR CON ENERGÍA SOLAR..... ¡Error!**  
Marcador no definido.

**FIGURA 9. EJEMPLOS DE CONVECCIÓN NATURAL Y CONVECCIÓN FORZADA PRODUCTO DEL CALENTAMIENTO DE UNA PLACA METÁLICA DENTRO DE UN ESPACIO TÉRMICO ¡Error!**  
Marcador no definido.

**FIGURA 10. TRANSFORMACIÓN DE UNA FUENTE DE ENERGÍA PRIMARIA A ÚTIL..... ¡Error!**  
Marcador no definido.

**FIGURA 11. PERDIDA DE CALOR GENERADO DE LA RADIACIÓN NO ACUMULADA..... ¡Error!**  
Marcador no definido.

**FIGURA 12. EJEMPLIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE COCCIÓN. ¡Error!** Marcador no definido.

**FIGURA 13. TIPOS DE MASAS QUEBRADAS: BRISÉE, SABLÉE Y SUCRÉE, DE IZQUIERDA A DERECHA. .... ¡Error!** Marcador no definido.

**FIGURA 14. MASAS FERMENTADAS Y SUS DIFERENTES FORMATOS O APLICACIONES. .. ¡Error!**  
Marcador no definido.

**FIGURA 15. GENOVESA (MASA AIREADA), BROWNIE (MASA BATIDA), Y SU APLICACION EN PASTELES. .... ¡Error!** Marcador no definido.

**FIGURA 16. EJEMPLO DE LOS DOBLECES PARA LA ELABORACIÓN DE MASAS HOJALDRE ..... ¡Error!** Marcador no definido.

FIGURA 17. MIL HOJAS CON MASA HOJALDRE. .... ¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 18. ELABORACIÓN DE BUÑUELOS DE VIENTO (MASA FRITA ESCALDADA). ..... ¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 19. ESTRUCTURA Y PARTES DE UN HUEVO DE GALLINA ¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 20. DISEÑO DE HORNO SOLAR ECOLÓGICO DE ACUMULACIÓN, TIPO CAJA, CON INCLINACIÓN DE 15°, REFLECTORES PLANOS, ALUMINIO, PIEDRAS DE RIO Y RESISTENCIA ELÉCTRICA..... ¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 21. PARTES DE UN HORNO SOLAR DE ACUMULACIÓN ... ¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 22. CONSTRUCCIÓN FINAL DE HORNO SOLAR ECOLÓGICO, EN EL HUERTO MUIL ITAJ DE LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS. ¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 23. PARTES DE UNA ESTUFA SOLAR O COCINA SOLAR DE CONCENTRACIÓN PARABÓLICA..... ¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 24. PARTES UN HORNO SOLAR O COCINA SOLAR DE ACUMULACIÓN¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 25. DISEÑO DE HORNO SOLAR ECOLÓGICO. .... ¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 26. EJEMPLO DE UN HORNO SOLAR EXPERIMENTAL CON CAJAS DE CARTÓN. ¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 27. DISEÑO DE LAS VARIABLES DEL ESTUDIO DE LA INVESTIGACIÓN CON ENFOQUE MIXTO SECUENCIAL. .... ¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 28. REGISTRO DE LAS TEMPERATURA ACUMULADA DENTRO DEL DESHIDRATADOR SOLAR. .... ¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 29. MEDICIÓN DE LA ACEPTABILIDAD GENERAL Y DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE MERENGUE SUIZO. .... ¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 30. RESULTADO DE LA DESHIDRATACIÓN DE MERENGUE SUIZO.¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 31. REGISTRO DE LA TEMPERATURA ACUMULADA DENTRO DEL HORNO SOLAR ECOLÓGICO (TERMÓMETRO ANÁLOGO). .... ¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 32. REGISTRO COMPARATIVO DE LAS TEMPERATURAS DENTRO DEL HORNO SOLAR CON PIEDRAS Y SIN PIEDRAS DE RIO (TERMÓMETRO ANÁLOGO).¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 33. HORNO SOLAR ECOLÓGICO, EN HUERTO MUILTAJ DE LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS (UNICACH). .... ¡Error! Marcador no definido.

FIGURA 34. RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES SENSORIALES CON PAPELETAS HEDÓNICAS VERBALES APLICADAS A LAS MASAS BÁSICAS DE LA REPOSTERÍA. .... ¡Error! Marcador no definido.



FIGURA 35. REGISTRO ACEPTABILIDAD GLOBAL DE LAS MASAS BÁSICAS IMPLEMENTANDO HORNO SOLAR ECOLÓGICO.....	89
FIGURA 36. CUBÍCULOS PARA EVALUACIONES SENSORIALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y ALIMENTOS EN CU UNICACH.¡Error! Marcador no definido.	
FIGURA 37. COCCIÓN DE MASA FERMENTADA EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO (PAN BLANCO). .....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 38. COCCIÓN DE MASA FERMENTADA EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO (PAN BLANCO). .....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 39. PAN BLANCO CON ADEREZO DE CHIPOTLE, JAMÓN DE PAVO, AGUACATE, ESCABECHE DE SERRANO Y TOMATE BOLA. ....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 40. DESHIDRATADO DE MERENGUE SUIZO EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO. ..	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 41. MERENGUE SUIZO DESHIDRATADO EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO (TURRÓN SECO Y CARDAMOMO). .....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 42. MERENGUE SUIZO DESHIDRATADO EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO (CANASTAS DE TURRÓN SECO Y CARDAMOMO).....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 43. MERENGUE SUIZO DESHIDRATADO EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO (TURRÓN SECO Y CARDAMOMO). .....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 44. MERENGUE SUIZO DESHIDRATADO EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO (CANASTAS DE TURRÓN SECO, FRESA, DULCE Y CHOCOLATE).....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 45. CANASTAS DE MERENGUE SUIZO DESHIDRATADO EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO (MERENGUE SECO, FRESA Y COCO DESHIDRATADO) EN EL CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA CUCEI.¡Error! Marcador no definido.	
FIGURA 46. COCCIÓN DE MASA BATIDA AIREADA EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO (GENOVESA CON VAINILLA). .....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 47. REBANADA DE BISCOCHO GENOVESA RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO.....	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 48. BISCOCHO GENOVESA (MASA BATIDA AIREADA) RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO.....	108
FIGURA 49. GENOVESA DE VAINILLA Y GANACHE 75% CACAO. .	¡Error! Marcador no definido.
FIGURA 50. COCCIÓN DE MASA QUEBRADA SABLÉE (GALLETAS CON CASCARA DE NARANJA, CARDAMOMO Y DULCES) Y FLAN NAPOLITANO EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO. ....	110

FIGURA 51. RESULTADO DE LA COCCIÓN GALLETA DE CARDAMOMO CON CASCARA DE NARANJA Y CHISPAS DULCES EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO (MASA QUEBRADA: SABLÉE).	113
FIGURA 52. TARTA DE CREMA PASTELERA Y ALMENDRA TOSTADA, EN CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERIA (CUCEI). ¡Error! Marcador no definido.	
FIGURA 53. MESA DE POSTRES EN UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA CUCEI (MASAS BÁSICAS HORNEADAS CON EL SOL Y MERENGUE SUIZO).....	115
FIGURA 54. COCCIÓN DE FLAN NAPOLITANO EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO. ....	116
FIGURA 55. RESULTADO DE LA COCCIÓN DE FLAN NAPOLITANO EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO.....	119
FIGURA 56. COCCIÓN DE MASA QUEBRADA BRISÉE (GALLETA CON CANELA Y RALLADURA DE NARANJA). ....	120
FIGURA 57. RESULTADO DE LA COCCIÓN DE GALLETA DE NARANJA Y CANELA EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO (MASA QUEBRADA: BRISÉE). ....	123
FIGURA 58. GALLETA DE NARANJA Y CANELA EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO (MASA QUEBRADA: BRISÉE). ....	124
FIGURA 59. TUBOS DE MASA QUEBRADA: BRISÉE.....	125
FIGURA 60. FORMATO DE MASA QUEBRADA: BRISÉE. ....	126
FIGURA 61. COCCIÓN DE MASA QUEBRADA: BRISÉE, EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO. ....	127
FIGURA 62. PASTEL DE GALLETA CON CARDAMOMO, DURAZNOS CAMELIZADOS, NATA MONTADA Y DULCES CON CHOCOLATE (MASA QUEBRADA: BRISÉE).....	128
FIGURA 63. RESULTADO DE LA COCCIÓN DE HOJALDRE DIRECTO EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO (HOJALDRE DIRECTO DE TRES DOBLECES). ....	129
FIGURA 64. ELABORACIÓN DE NAPOLEÓN CON MOUSSELINE (HOJALDRE ELABORADO EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO). ....	132
FIGURA 65. NAPOLEÓN CON MOUSSELINE (HOJALDRE ELABORADO EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO).....	133
FIGURA 66. COCCIÓN DE MASA PARA PIZZA EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO, EN EL HUERTO MUILTAJ DE LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS.....	136
FIGURA 67. ARMANDO DE PIZZA DE VEGETALES, EN EL HUERTO MUILTAJ DE LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS.....	137
FIGURA 68. DESHIDRATADO DE HORTALIZAS Y QUESILLO EN MASA PARA PIZZA, EN EL HUERTO MUILTAJ DE LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS.....	138

<b>FIGURA 69. RESULTADO FINAL DE LA COCCIÓN DE PIZZA EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO, DEL HUERTO MUILTAJ DE LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS. ....</b>	<b>139</b>
<b>FIGURA 70. DISEÑO DE HORNO SOLAR ECOLÓGICO DE ACUMULACIÓN, TIPO CAJA, CON INCLINACIÓN DE 15°, REFLECTORES PLANOS, ALUMINIO, PIEDRAS DE RIO Y RESISTENCIA ELÉCTRICA.....</b>	<b>154</b>
<b>FIGURA 71. ILUSTRACIÓN DE LOS PASOS PARA LA FABRICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL HORNO SOLAR.....</b>	<b>154</b>
<b>FIGURA 72. ILUSTRACIÓN DE LOS PASOS PARA EL ENSAMBLADO DE LA ESTRUCTURA DE HORNO SOLAR. ....</b>	<b>155</b>
<b>FIGURA 73. ILUSTRACIÓN DE LOS PASOS PARA COLOCACIÓN DEL REVESTIMIENTO INTERIOR Y SILICÓN DE ALTA TEMPERATURA. ....</b>	<b>156</b>
<b>FIGURA 74. IMAGEN DE LOS PASOS PARA REVESTIR EL FONDO DE LAS PAREDES CON AISLANTE TÉRMICO (VIRUTA DE PAPEL PERIÓDICO). ....</b>	<b>156</b>
<b>FIGURA 75. IMAGEN DEL REVESTIMIENTO INTERIOR DEL HORNO CON HOJAS DE ALUMINIO RECICLADO (LATAS DE REFRESCO).....</b>	<b>157</b>
<b>FIGURA 76. IMAGEN DE UN DOBLE VIDRIO, SEPARADO POR UNA CINTA NORTON Y AGARRADERAS DE ALUMINIO. ....</b>	<b>157</b>
<b>FIGURA 77. PIEDRAS DE RIO, RESISTENCIA ELÉCTRICA Y PLACA NEGRA ABSORBENTE. ....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>FIGURA 78. ESTRUCTURA DE CARTÓN PENSADO Y BISAGRAS PARA LOS ESPEJOS.....</b>	<b>159</b>
<b>FIGURA 79. PASOS PARA FINALIZAR LA CONSTRUCCIÓN DE UN HORNO SOLAR CON PIEDRAS DE RIO, EN SU MAYORÍA ELABORADO CON MATERIALES ECOLÓGICOS. ....</b>	<b>159</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CUADRO COMPARATIVO DEL APROVECHAMIENTO SOLAR EN ALEMANIA, CHINA Y MÉXICO. ....	9
TABLA 2. FORMAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EN LA ACTUALIDAD. ....	10
TABLA 3. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE METALES, LADRILLO Y AIRE. ....	18
TABLA 4. TABLA DE TEMPERATURA PARA LA COCCIÓN DE MASAS BÁSICAS. ....	24
TABLA 5. EQUIVALENCIA DE CADA VUELTA A CAPAS CON HOJALDRE TRADICIONAL (TRES DOBLECES). ....	33
TABLA 6. CLASIFICACIÓN DE LA HARINA EN LATINOAMÉRICA. ....	36
TABLA 7. PUNTOS DE HUMEO DE ALGUNOS ACEITES Y GRASAS. ....	41
TABLA 8. REGISTRO DESCRIPTIVO DEL DESHIDRATADO SOLAR DE MERENGUE SUIZO. ....	72
TABLA 9. PAPELETA HEDÓNICA DESCRIPTIVA GLOBAL DE LAS EVALUACIONES ORGANOLÉPTICAS Y ACEPTABILIDAD EN GENERAL. ....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 10. RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO, MASA FERMENTADA. ....	83
TABLA 11. RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR E., MASA QUEBRADA SABLE. ....	84
TABLA 12. RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR E., MASA BATIDA AIREADA. ....	84
TABLA 13. RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR E., MERENGUE SUIZO. ....	85
TABLA 14. RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR E., FLAN NAPOLITANO. ....	85
TABLA 15. RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR E., MASA QUEBRADA BRISÉE. ....	86
TABLA 16. RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR E., HOJALDRE DIRECTO. ....	86
TABLA 17. MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE UN HORNO SOLAR DE ACUMULACIÓN TÉRMICA CON MATERIALES RECICLADOS. ....	153
TABLA 18. UTENSILIOS PARA LA FABRICACIÓN DE HORNO SOLAR DE ACUMULACIÓN TÉRMICA. ....	153
TABLA 19. COSTEO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN HORNO SOLAR ECOLÓGICO. ....	160

# INTRODUCCIÓN

En la antigüedad resulta lógico que el hombre primitivo asociara los fenómenos naturales a fuerzas sobre naturales y que los adorara como dioses del sol, el rayo o la lluvia ya que no tenía otra explicación para las causas de su existencia o de sus efectos sobre su vida diaria. Ciertamente miles de años antes de que los primeros hombres se maravillaran ante la presencia del sol, las plantas ya utilizaban la energía solar para obtener, mediante complejas reacciones fotoquímicas, las sustancias orgánicas básicas para desarrollar sus funciones vitales. El descubrimiento del telescopio y la construcción de mejores equipos dan como resultado importantes avances para la astronomía solar (Ruiz y Castro, 1997), por lo consecuente para su aplicación en diversas ramas de las ciencias incluso artes, con especial apego a la ingeniería como una fuente de energía renovable.

Asimismo el secado solar de hierbas, frutas y verduras es un método de conservación que se ha implementado en la industria alimentaria hace varios siglos, y ciertamente nuestros antepasados ya aprovechaban la radiación solar directa para deshidratar al aire libre variedades de granos como el de café verde, maíz o para potencializar el olor y sabor de las vainas de vainilla, preservar chiles, especias, carne seca, o pescados en salazón.

En la actualidad, al recurrir a las fuentes de energía renovables, como la que se obtiene de los sistemas hidroeléctricos (caudales de agua), eólicos (caudales de viento), fotovoltaicos (paneles solares), fototérmicos (hornos solares) o de captación pasiva (deshidratadores directos o indirectos), se disminuye el uso de energías poco favorables para el ambiente, así como los costos elevados que demandan las energías convencionales para el tratamiento térmico de alimentos.

La cocina solar lejos de ser una alternativa ingenua o poco eficiente, es una de las pocas opciones con sostenibilidad económica y ecológica, ya que la energía que se utiliza es gratis y no generan gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en otras palabras; cuya utilización no implica la destrucción del entorno o medio en el que vivimos.

Por lo anterior, el presente trabajo de investigación está conformado en primer lugar por la modelación y construcción de un horno solar ecológico que permita la cocción de masas básicas de la repostería en la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

La segunda etapa está conformada por la parte experimental con el objetivo de identificar las masas de repostería viables para su cocción en horno solar; realizando diversas pruebas de temperatura y horneado, teniendo en cuenta la temperatura de cocción de una receta estandarizada.

La tercera etapa está conformada por el estudio de los resultados (resultado comparativo de la cocción en horno solar, pruebas de temperatura acumulada con materiales ecológicos, y las evaluaciones sensoriales).

La cuarta etapa, está conformada por evaluaciones sensoriales con escalas hedónicas descriptivas y de grado de aceptabilidad, llevado a cabo con diez panelistas semi-entrenados, pertenecientes al panel de evaluación sensorial de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH).

Concluida la investigación se elabora un formulario de las masas para realizar postres, bocadillos, amañadas dulces y saladas. El propósito de la investigación es conformar un antecedente útil de lo que se puede realizar aprovechando la energía solar directa desde la perspectiva culinaria, implementando un horno solar de acumulación térmica para uso diario fabricado con materiales reciclados de fácil acceso, el cual acumula hasta 120°C, temperatura considerable para realizar el tratamiento térmico o cocción de los alimentos, es decir, que durante su fabricación y manejo no genera contaminación al ambiente, los alimentos no se queman y se obtienen alimentos mas nutritivos, los costos al preparar alimentos disminuye y el precio de construcción no supera los \$1,000 pesos mexicanos.

## JUSTIFICACIÓN

Buena parte de los alimentos que se consumen a diario necesitan una previa cocción, no sólo por razones de inocuidad alimentaria, sino también para facilitar la absorción de sus nutrientes, ya que a comparación de otros seres vivos, los seres humanos tienen la habilidad de hacer fuego y transformar los alimentos para asimilarlos mejor (García, 1999). Sin embargo la producción de alimentos ciertamente implica de alguna u otra forma contaminación y para mitigarlo la industria alimentaria ha optado por utilizar nuevas tecnologías que funcionan con energías alternativas o renovables; disminuyendo la contaminación ambiental y con ello brindar las condiciones necesarias para la producción, empaquetado, transporte, venta, y consumo por medio de la cocción de los alimentos sin descuidar la calidad de los mismos (González y Velasco, 2009).

En la industria restaurantera existen diversos equipos para la producción de comida que ayudan a facilitar e innovar en las labores propias de una cocina.

La cocina solar se sitúa como una de las últimas opciones en México, hasta hace unos años ha venido hacer algo novedoso y de mucho interés; ya que existen infinidad de modelos eficientes, ecológicos y económicos que funcionan con solo utilizar un recurso natural, la luz del sol (Behringer y Gotz, 2009) y que podrían aportar a la gastronomía un valor agregado (esto varía dependiendo de la hora del día, ubicación geográfica o de los modelos híbridos).

Aunque la implementación de energías contaminantes o no renovables es más difícil de costear para poblaciones en vías de desarrollo por cultura, accesibilidad, o por el uso obligado del que dependen ciertas preparaciones gastronómicas las poblaciones viven de estas y se complica aun mas cuando la accesibilidad del gas licuado por vía terrestre no es favorable, haciendo que recurran a la quema y tala de madera, como una fuente de energía que también no es amigable con el ambiente (Cabrera, 2018).

Una de las alternativas viables para sobrellevar estos altos índices de contaminación y costo, es la implementación de energías y tecnologías eco amigables e híbridas, alternativas de bajo costo y bajo impacto ambiental; que tengan la capacidad de generar energía calorífica similar a la de una energía no renovable tal y como se lleva a cabo en el presente trabajo de investigación.



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo a publicaciones realizadas en 2019; en el mundo existen aproximadamente 7500 millones de personas (World population Clock, 2019) y en 2016 la Organización de las Naciones Unidas ya estimaba este crecimiento exponencial de la población. El crecimiento poblacional demanda la producción de recursos materiales, alimentarios y energéticos contaminantes producto de las empresas petroquímicas, hidroeléctricas, agroquímicas, alimentarias como la ganadería y la deforestación para el uso de leña en comunidades rurales, generando emisiones de CO<sub>2</sub> causante del efecto invernadero. Indicadores tales como la huella ecológica permiten tener un parámetro de comparación del impacto que nuestro ritmo actual de consumo de recursos representa para el planeta.

“La dependencia al uso de recursos energéticos provenientes de combustibles fósiles en México, es más evidente cuando se compara con otros países productores de petróleo y en condiciones económicas similares a las de México. Como ejemplo, Brasil y Colombia, en Latinoamérica hacen mayor uso de energías alternativas que en México (14.3% y 13.0% respectivamente). De igual forma Rusia considerado junto con México uno de los principales países con producción de petróleo a nivel mundial, tiene un mayor uso de energías alternativas” (Castellanos y Escobedo, 1980). Y aunque desde la época moderna en muchos países los combustibles fósiles derivados del petróleo han venido a tomar el relevo de la leña de antaño, muchas zonas rurales la tala de árboles aun sigue siendo la única fuente de energía.

Por lo que este trabajo propone demostrar la cocción de diversas masas básicas de la repostería aprovechando la energía solar directa, reduciendo emisiones de gases contaminantes y el uso de productos químicos como el Bisfenol A (BPA) con el cual varias de las marcas posicionadas en el mercado fabrican hornos solares, disminuyendo así los costos de construcción en un 50% del precio estándar en el mercado de los hornos solares; implementando materiales reciclados para la fabricación, como también teniendo un impacto atractivo en los costos de elaboración de diversos postres en zonas urbanas ciertos meses del año, sin dañar al ecosistema y modificar las características organolépticas del producto final. Cabe recalcar que cuando se utilizan tanto los combustibles fósiles como la biomasa u otros productos biológicos, su origen procede del sol, así de importante es el sol para la vida diaria.

# OBJETIVOS

## GENERAL

Aplicar energía solar a través de la construcción y uso de un horno de acumulación térmica diseñado con materiales ecológicos, para la cocción de masas básicas de la repostería.

## ESPECÍFICOS

- Diseño y construcción de un horno solar ecológico con capacidades de acumulación térmica similares a las de un horno convencional para su utilización en la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Aplicación de pruebas a los materiales ecológicos seleccionados con mayor conducción o acumulación térmica.
- Registro exponencial del proceso de cocción y del resultado final con las masas básicas seleccionadas.
- Evaluaciones sensoriales con diez alumnos semi-entrenado que pertenezcan al Panel de Evaluación Sensorial de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas evaluando algunas de las masas básicas elaboradas en el horno solar ecológico.
- Creación de un formulario con las recetas de las masas elaboradas.

## MARCO TEÓRICO

El uso de energías derivadas de combustibles fósiles para la población actual es y será un acto vital del cual dependen muchos de los seres humanos, incluso para poder realizar las necesidades más básicas como, preparar los alimentos, se recurre a el uso de algún tipo de energía, aunque este acto no dependa exclusivamente de energías contaminantes. Como seres racionales y en constante evolución contamos con la capacidad de aprovechar las diferente fuentes de energía que brinda el entorno desde tiempos antiguos, generando calor o luz con la leña o transformándolas para poder utilizar las nuevas tecnologías, aparatos electrodomésticos, equipo menor y mayor en cocina, carros, focos, LEDs para generar luz artificial, etc.; las cuales facilitan muchos procesos de la vida.

Por otra parte la tecnología ha contribuido a que la energía derivado de fuentes de energía convencionales o no convencionales sea tratada como una necesidad más aunque buena parte de estas no sean amigables con el ambiente o para que las mismas con el paso del tiempo no tengan la virtud de ser finitas.

Para poder obtener fuentes secundarias de energía, la energía del sol (fuente de energía primaria); junto con la radiación y la luz del mismo tuvo que haber intervenido en el proceso para obtener una fuente de energía secundaria, ya sea leña, carbón, combustibles fósiles (gasolina, gas licuado de petróleo), o biomasa en general (GENCAT, 2018).

El hallazgo del fuego en un principio dio la pauta para evolucionar, cambiar y ser seres vivos racionales a comparación de las demás especies, ya que ahora nuestros alimentos pasaban por procesos físicos y químicos que mejoraban la calidad nutricional de los alimentos (This, 2006).

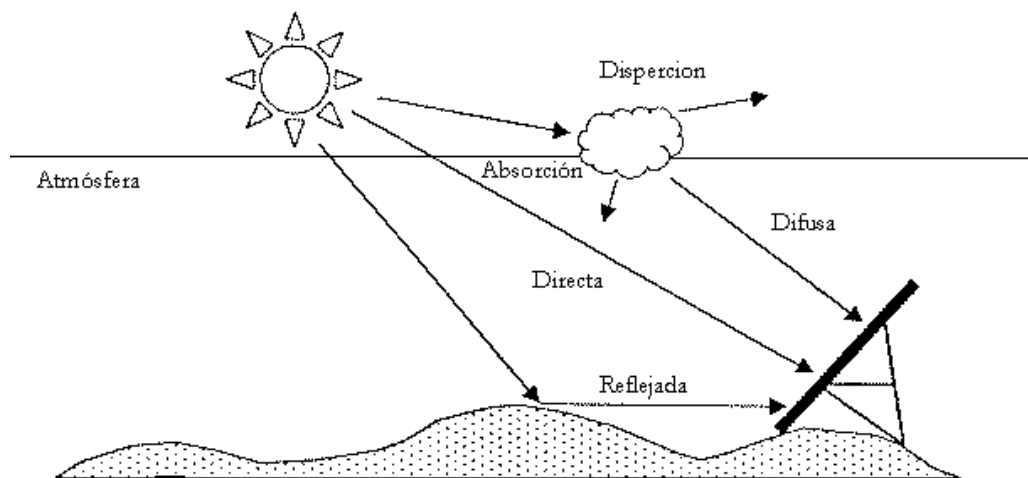
En lo consecuente nuevas tecnologías surgen a lo largo de los años las cuales son funcionales gracias a la leña y el carbón produciendo vapor para la utilización de las maquinas en tiempos pasados, posterior a ello la ciencia trae a la innovación, lo cual hace que la tecnología acepte aun mas a las energías no renovables producto de los hidrocarburos, sobre valorándolos, incluso siendo insustituible para muchas poblaciones, ya que en la actualidad al menos en comunidades del estado de Chiapas se sigue utilizando leña para los fogones producto de la tala de árboles de igual forma injustificada. Siendo que para la gastronomía ya existen otras

formas de cocinar los alimentos de una manera segura, saludable y ecológica, la cual podría llegar a generar una tendencia más para la gastronomía en constante evolución.

## EL SOL

El sol es la fuente principal de energía en la tierra, puede satisfacer varias de las necesidades, esto si aprendiéramos aprovecharla de forma racional, ya que está continuamente derrama luz sobre el planeta la cual puede transformarse en energía de diferentes maneras.

La misma a brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones de años, se manifiesta en forma de luz y calor (como radiación), y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia (Aranda *et al.*, 2008).



**Figura 1. Aprovechamiento de energía solar con panel fotovoltaico (Aranda *et al.*, 2008).**

La cantidad de energía que el sol vierte diariamente sobre la tierra es de diez mil veces mayor que la que se consume al día en todo el planeta. En México en el pasado año 2018, el 27, 28, y 29 de mayo se registraron los valores más altos de irradiación, llegando al nivel 11+ del índice ultravioleta (Arabia y Edith, 2018).

Para poder obtener y almacenar la energía que irradia la luz del sol se debe de entender al sol como un recurso energético mas, el cual provee de luz radiante a la tierra y que por medio de equipos que captan y aprovechan la luz del sol; es transformada para generar la energía específica que se busca como se ejemplifica en la figura 1, en este caso *energía solar*, es conservada y se transforma en *energía fotovoltaica* utilizando paneles solares o en *energía solar térmica* implementando un horno solar.

## **APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR EN MÉXICO**

La manera de medir el potencial de energía solar que un territorio tiene, es a través de la radiación solar. Según el Centro de Investigación Económica y Presupuestaria (CIEP) México se encuentra entre 15° y 35° de latitud, considerada una de las regiones geográficas más favorecida por la radiación solar, ya que se recibe diariamente, en promedio, 5.5 Kwh/m<sup>2</sup> (la unidad de medición de radiación solar). Se ha registrado que el noroeste del país es la zona con mayor potencial, donde la radiación excede los 8 Kwh/m<sup>2</sup> en primavera y verano. Sin embargo, los puntos de demanda más altos son en el centro del país, por la contaminación excesiva, lo que implica un reto y una oportunidad para la infraestructura de transmisión de la CFE (Limón, 2017).

Uno como consumidor podría apoyar a la contribución de propuestas que favorezcan a la economía de México, y a nosotros mismos; es posible generar nuestra propia energía como consumidores, un ejemplo, utilizando paneles fotovoltaicos, convirtiendo la energía directa que estos producen a energía alternan para ser utilizada o ser vendida o en acuerdo con CFE, disminuyendo los costos que genera utilizar la energía que actualmente en mayor medida solo produce CFE en México.

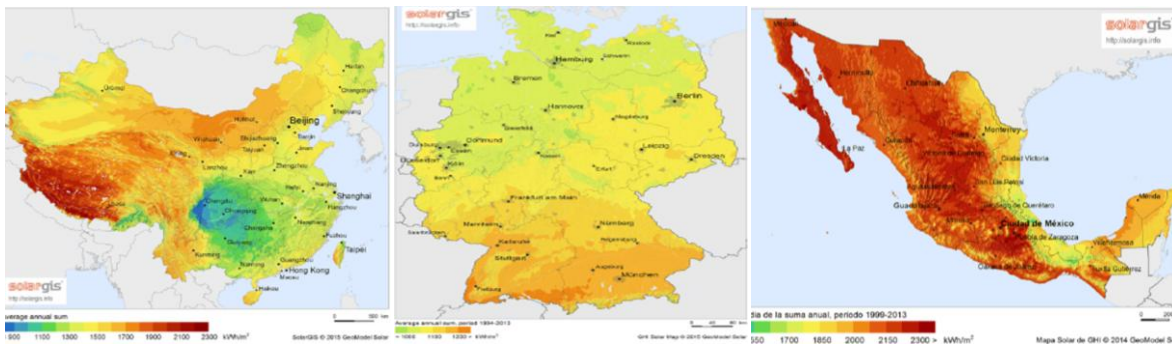
Si hacemos una comparación del aprovechamiento de la energía solar en otros países con extensiones territoriales limitadas el aprovechamiento es mayor. Un ejemplo es Alemania, ya que México posee una extensión territorial 5.5 veces mayor que Alemania y una radiación 5.0 veces superior, pese a ello la energía solar generada en países europeos como Alemania son 44.2% veces superior a la que se genera en México (Limón, 2017) como se expone en la tabla 1.

**TABLA 1. CUADRO COMPARATIVO DEL APROVECHAMIENTO SOLAR EN ALEMANIA, CHINA Y MÉXICO**

PAIS	Tamaño del territorio (Km2)	Radiación solar (Kwh/m2)	Generación de energía solar (Gwh)
<b>ALEMANIA</b>	357,376.0	1.1	5.047.0
<b>CHINA</b>	9,597,000.0	4.5	116,500.0
<b>MÉXICO</b>	1,964,000.0	5.5	114.2

Fuente: Limón, 2017.

Alemania y China, son los dos mercados más grandes de paneles solares en el mundo, aunque china no produce los de mayor fiabilidad, por ultimo para hacer una comparación objetiva del aprovechamiento solar de éstos países, hay que considerar no sólo la radiación solar, sino el tamaño del territorio y la generación de energía solar como se ha dicho anteriormente y se observa en la figura 2.



**Figura 2. Radiación solar en China, radiación solar en Alemania, radiación solar en México (Limón, 2017).**

## **PRINCIPIOS PARA LA OBTENCIÓN DE FUENTES DE ENERGÍA PRIMARIA Y SU TRANSFORMACIÓN A ENERGÍA ÚTIL**

Para poder transformar fuentes de energía primaria, como la radiación solar a energía útil, primero se deberá hallar una fuente de energía en su estado más puro, y tener un sistema artificial que tenga la tecnología adecuada para poder aprovechar dicha energía; transformarla

en una energía secundaria y producir energía útil (ya sean residuos orgánicos en general, caudales de viento, agua, o incluso la luz del sol son consideradas; energía primaria).

Si se quiere entender mejor los conceptos de energía primaria, secundario o útil existe una breve definición en base a la guía que publicó el Department of Energy the U.S. en el año 2015, a continuación:

- **Energía primaria:** es la que se obtiene directamente de la naturaleza y corresponde a un tipo de energía almacenada o disponible, como por ejemplo el viento, la radiación del sol, el agua en movimiento, el carbón, el petróleo crudo, el gas natural, la leña, el bagazo de la caña de maíz, residuos vegetales y las demás energías renovables.
- **Energía secundaria (también conocida como energía final):** se obtiene a partir del resultado de la transformación de la energía primaria. Ejemplos de esta categoría son la electricidad o la gasolina.
- **Energía útil:** es la que obtiene el consumidor después de la última conversión realizada por sus propios equipos de demanda, como por ejemplo la energía mecánica gastada en un motor o luminosa en una bombilla.

Como información relevante; “la cantidad de energía disponible en una fuente de energía determinada se denomina recurso energético, y que la escasez de recursos energéticos fósiles (petróleo, gas y leña) plantea la necesidad de usar otro recurso energético e investigar el modo más eficiente al utilizarlos” (Schanllegenber *et al.*, 2008).

La tabla 2 que se muestra a continuación ejemplifica la forma de producción y transformación de la energía desde la fuente natural hasta la forma en la que es producida.

**TABLA 2. FORMAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EN LA ACTUALIDAD**

<b>FUENTES DE ENERGÍA</b>	<b>FORMA DE PRODUCCION</b>	<b>FUENTE NATURAL DE ENERGIA</b>	
<b>NO</b>	Central termoeléctrica	Combustibles fósiles	
	Energía nuclear	Uranio – 235	

<b>RENOVABLES</b>			
<b>RENOVABLES</b>	Energía hidráulica	Agua con flujo o embalsada	<b>ENERGIAS ALTERNATIVAS</b>
	Energía solar	Sol	
	Energía eólica	Viento	
	Biomasa	Residuos orgánicos	
	Residuos sólidos urbanos	Basura	
	Energía mareomotriz	Mareas	
	Central oceánica	Olas del mar	
	Energía geotérmica	Calor interno terrestre	

Fuente: Pulido, 2008.

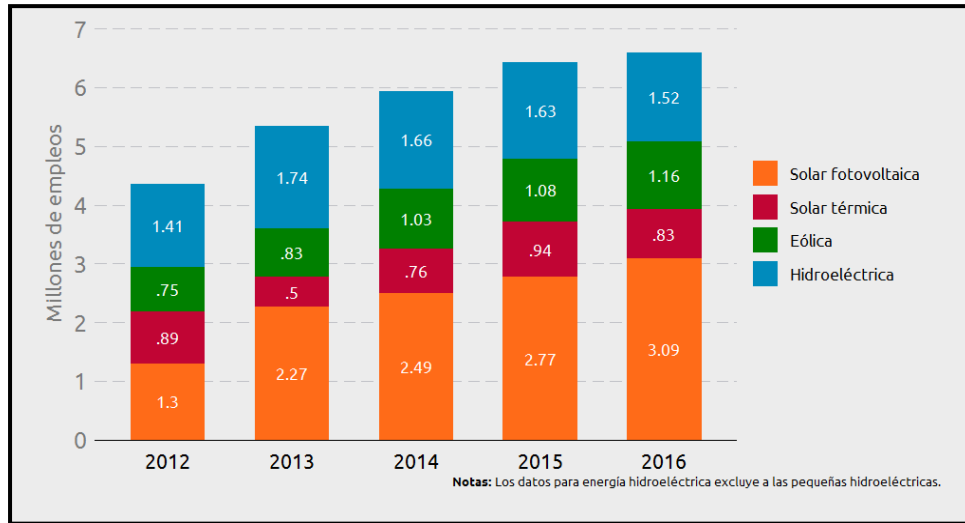
Por último, se debe entender que los recursos renovables pueden ser explotados indefinidamente, mientras que los no renovables son finitos y con tendencia al agotamiento. Y que para este caso en particular, las distintas fuentes de energía se clasifican dentro de las categorías de renovables y no renovables. Curiosamente existen más energías alternativas, pero son las menos usadas, siendo estas fuentes de energía gratis y renovables.

#### **EMPLEOS GENERADOS EN EL MUNDO GRACIAS A LAS ENERGÍAS RENOVABLES**

Un efecto colateral que las energías renovables están ocasionando en el mundo, es la generación de empleos, en la figura 3 se observado que desde el 2012 la tendencia hacia la energía solar, considerando la fotovoltaica y térmica son una de las industrias generadoras de empleos a nivel mundial, dentro de las cuatro principales fuentes de energía renovables; solar fotovoltaica, solar térmica, eólica, hidroeléctrica (Limón, 2017).

En Chiapas la energía eléctrica que se consume es producida en su mayoría por una fuente primaria de energía la cual es renovable; utilizando la fuerza mareomotriz del agua proveniente del río Grijalva y transformada por la presa hidroeléctrica Chicoasén, construcción a cargo del Ing. Manuel Moreno Torres desde 1974 y en funcionamiento desde 1980 hasta la fecha.





**Figura 3. Empleos generados por energías renovables a nivel mundial (Limón, 2017)**

## ENERGÍA SOLAR

La energía solar es un tipo de energía renovable, la cual emana el sol y es repartida en forma de ondas electromagnéticas o a simple vista en luz, esta suele ser transformada mediante los correspondientes equipos o aparatos; en forma térmica o eléctrica, para su aprovechamiento posterior donde se requiera.

Ejemplo: Cuando la luz del sol viaja de dicho cuerpo negro a la tierra, la luz actúa como una onda, pero cuando es acumulada en objetos la luz actúa como una partícula en fricción aumentando su temperatura.

Existen dos formas para el aprovechamiento de la radiación solar y así poder calentar agua o generar energía eléctrica, como funciones más básicas:

- **Energía solar térmica:** el aprovechamiento de esta energía consiste en utilizar la radiación solar para calentar un fluido que, en función de su temperatura, se emplea para producir agua caliente, cocer ciertos alimentos e incluso generar vapor. se transforma calentando tubos de vacío y transfiriendo el aumento de temperatura a una

cámara térmica con el agua a utilizar (calentador solar) (Recio, 2008). Un horno solar solo utiliza una caja térmica y una ventana con doble vidrio.

- **Energía solar fotovoltaica:** el aprovechamiento de esta energía se realiza a través de la transformación directa de la energía solar (luz del sol) en energía eléctrica mediante el llamado efecto fotovoltaico. Esta transformación se lleva a cabo mediante “células solares” que están fabricadas con materiales semiconductores (por ejemplo, silicio) que genera electricidad cuando incide sobre la radiación solar (Recio, 2008).

Las diferentes tecnologías solares se clasifican en pasivas o activas, según cómo capturan, convierten y distribuyen la energía solar. Las tecnologías activas incluyen el uso de paneles fotovoltaicos y colectores térmicos para recolectar la energía (Gonzales, 2009). Entre las técnicas pasivas, se encuentran diferentes aplicaciones una de ellas son los hornos solares en la cual la orientación de estos al sol, la selección de materiales con una masa térmica favorables (aislante) o que tenga propiedades para la dispersión de luz, o incluso el diseño de un espacios con ventilación natural no requieren de combustibles fósiles.

## **ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

La energía solar térmica o energía termo solar consiste en el aprovechamiento de la energía del sol específicamente la radiación solar como se ha comentado anteriormente, esta puede ser acumulada en una caja térmica, y útil para cocinar alimentos, para la producción de agua caliente destinado al consumo de agua potable (DOF, 2014), o para los estudiados en energía eléctrica cuando se habla de energía solar fotovoltaica; ya que la energía más fácil de producir es la energía solar térmica la cual no implica más que un sistema de captación pasiva, es decir una caja aislada con una ventana amplia, para así captar la radiación solar y generar una acumulación de calor y el aumento de la temperatura.

En otras palabras; La energía solar térmica consiste en el uso de la radiación proveniente del sol y que tiene como propósito elevar la temperatura de un fluido, el cual sirve para transmitir la energía, almacenarla o utilizarla (Aranda *et al.*, 2008).

De acuerdo a los informes del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía publicados en el Diario oficial de la Federación de la Secretaría de Energía en el año 2014; a la temperatura de

aprovechamiento se puede clasificar en tres : de alta, media y baja temperatura, siendo sus límites:

- Hasta 100°C: de baja temperatura.
- De 100°C y hasta 300°C de mediana temperatura.
- Mayores a 300°C de alta temperatura.

La energía solar térmica en hornos solares es útil cuando se logra conseguir un aumento de temperatura considerable (90°C), mantenerlo, y elevar la temperatura interna de los alimentos para cocinarlos, producto del efecto invernadero, y el calentamiento (Behringer y Gotz, 2008).

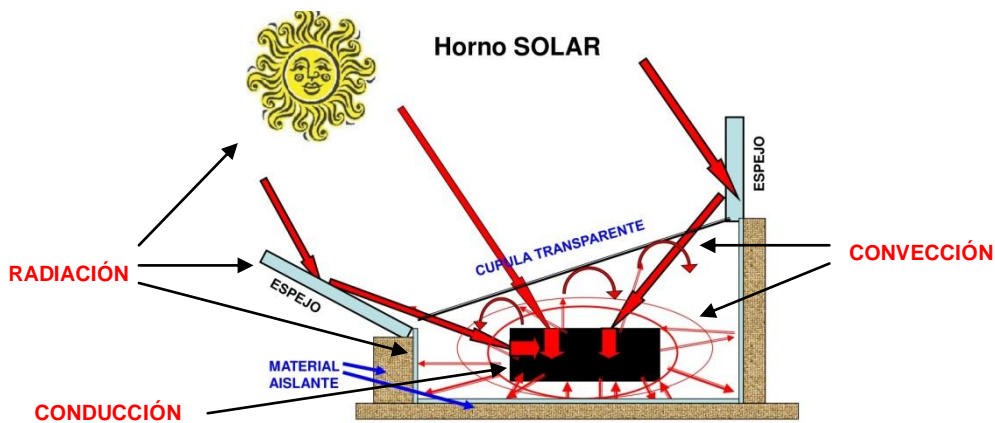
Sin embargo y siguiendo con lo anterior; la radiación que incide en el planeta varía de forma aleatoria debido a diversos efectos que provoca sobre ella la atmósfera terrestre. Una gran parte es absorbida y dispersa por los propios agentes variables que allí se encuentran, tales como la contaminación y la nubosidad (Covantes, 1980).

## **LA IMPORTANCIA DE UN HORNO EN LA REPOSTERÍA Y SUS PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO**

El mundo de la repostería es muy amplio, con un gran legado cultural e histórico, tiene millones de técnicas, estilos y tendencias, y cada estilo miles de variantes. Incluso si nos centramos en un solo tipo de masa como las fermentadas encontramos que tiene infinidad de recetas con diferentes técnicas en su elaboración (tiempos de cocción, amasado o reposado, temperaturas, variante de ingredientes, etc.).

La repostería es una ciencia que está estrechamente ligada a la gastronomía, se basa en la elaboración, cocción y decoración de postres a base de biscochos, galletas, panes, masas hojaldradas, merengues, etc. (Madrid, 1999). La importancia de contar con un horno para la elaboración de postres es esencial, y no solo para la repostería; cocina caliente, fría o múltiples, ya que este equipo tiene la característica de acumular y transferir calor a los alimentos dentro de un espacio con cualidades térmicas producto de la aislación en las paredes que rodean a la zona de cocción, ya sea de gas LP, leña, o eléctrico este se basa en el mismo principio, generar

una conducción al calentar las paredes o placas negras y posteriormente la radiación que estas emanan, y así cocer los alimentos por medio de la convección natural, aplicado a un horno solar esto se sustituye por una sola placa negra sobre el piso de la zona de cocción para la acumulación y conducción de calor; las paredes negras por laminas o espejos reflectores que redireccionan a la luz que emana el sol en forma de radiación a otras zonas dentro del horno, es decir, las paredes no se calientan lo suficiente para generar radiación, pero si crea una refracción de la radiación solar que proviene del sol y se efectúa la convección como se ejemplifica en la figura 4.



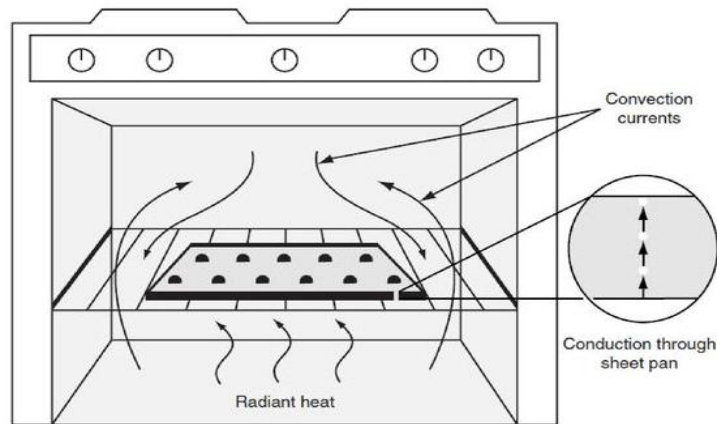
**Figura 4. Horno solar y su funcionamiento (Ortelli, 2011).**

La convección natural se genera partir de la conducción, radiación y del contenido de agua del alimento en la zona de cocción y su evaporación generando flujos de aire, pero para ello cualquier horno deberá estar dotada de paredes herméticas y materiales que sirvan como aislante térmico; lana mineral, silicón de alta temperatura, viruta de coco o periódico, tratando de crear un vacío entre la pared interior y la exterior, con la finalidad de acumular el aumento de la temperatura y efectuar la cocción de los alimentos.

Para tener una comprensión más clara de lo que es la transferencia de calor en un horno convencional y la conservación de la energía o calor; esto se explica a continuación en los siguientes subtemas.

## PRINCIPIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN HORNOS CONVENCIONALES

Existen diferentes modelos de hornos desde los más sencillos que efectúan la cocción por convección natural y su funcionamiento puede ser con gas LP, leña, o híbridos. Con tecnología que realiza métodos de cocción mixta, es decir varias técnicas de cocción en una misma cocción automatizada; incorporar humedad y convección forzada en la cocción de pan, tener solo aire seco (convección libre) y caliente para un pato laqueado, cocer solo a vapor dentro del horno, realizar empanizados de escalopas sin usar aceites vegetales para la cocción, incluso deshidratar o cocer a temperaturas bajas como los hornos Self cooking center XS<sup>®</sup> de la marca Rashional<sup>®</sup> que permiten realizar este tipo de cocciones en periodos de tiempo corto por la eficiencia y e innovación tecnológica.



**Figura 5. Conducción, radiación y convección en horno de gas LP (Byczko, 2018).**

Los principios de funcionamiento y transferencia de calor son los mismos para cualquier tipo de horno, lo importante es identificar todos los fenómenos de transferencia de calor que se producen para la cocción de los alimentos, es decir; si un horno eléctrico ocupa una resistencia eléctrica para generar calor dentro de un horno, la transferencia de calor es por radiación (Aguirre y Sánchez, 2014). Dentro de un horno convencional el calentamiento es mediante la radiación generado por las llamas de una hornilla como se ilustra en la figura 5, por medio de una resistencia eléctrica, o los mismos rayos del sol que se conducen a través de las placas metálicas del horno, hasta calentar el aire del interior por lo menos a 120°C, las paredes empiezan a generar radiación debido a su calentamiento o reflexión de la luz solar; este

aumento de temperatura no puede salir de la zona de cocción y se produce una acumulación térmica, la convección se efectúa dentro del horno al introducir y cocinar los alimentos.

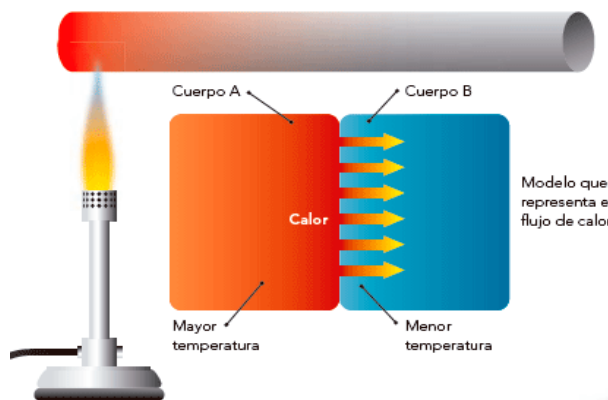
Cabe recalcar que los métodos de cocción como la concentración y la expansión; de los que se habla más adelante, no están ligadas a la forma en cómo funciona la transferencia de calor en hornos, ya que estas dependen del medio en el que se encuentren los alimentos (agua, grasa, emparrillados, etc.).

Existen 3 formas de transferencias de calor para poder cocinar, de las cuales dos de las tres formas interfieren para poder efectuar la convección natural y cocción de los alimentos a cierta temperatura dentro de un horno; es decir, el tiempo de cocción varía en función de la temperatura máxima acumulada producto de la conducción, radiación y su acumulación. A continuación se describen las 3 formas de transferencia de calor que efectúan la cocción de los alimentos:

- **Conducción**

Es el intercambio de calor directo entre dos objetos, en un nivel microscópico, el calor se transfiere por la vibración de los átomos que están en constante fricción por lo que los objetos deberán estar en contacto para generar el intercambio de calor, lo que se busca es conseguir que los objetos alcancen la misma temperatura (Domingo, 2011).

En la figura 6 se ejemplifica la conducción, a través de la transferencia de calor.



**Figura 6. Transferencia de calor por conducción, de un cuerpo con un extremo caliente a uno frío, para igualar su temperatura (Cengel y Ghajar, 2007).**

En estufas la conducción se obtiene por medio de las hornillas que generan fuego producto del gas LP y a una combustión por medio de una chispa, ya sea por fricción, electricidad, cerillos, etc.; se producen las llamas que irradian calor al sartén, olla, etc., y este lo conduce al alimento, de igual forma pasa en un horno, el aumento de temperatura se genera gracias a las hornillas, resistencia, o luz del sol, irradian energía calorífica que se acumula en la zona de cocción provocando la conducción y una segunda radiación por medio de las paredes o placas metálicas; naturalmente al acumular aire caliente en un espacio térmico como el de un horno se efectúa la convección.

En la tabla 3 se muestra la conductividad térmica de metales, ladrillo y aire, esto con la finalidad de poder apreciar las cualidades óptimas de los materiales a utilizar para la construcción de las paredes interiores de un horno solar.

**TABLA 3. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE METALES, LADRILLO Y AIRE**

<b>CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE METALES, LADRILLO Y AIRE (W /M °C)</b>					
<b>Cobre</b>	<b>Aluminio</b>	<b>Hierro puro</b>	<b>Acero inoxidables 18% Cr, 8% Ni.</b>	<b>Ladrillo refractario</b>	<b>Aire</b>
385	202	73	16.3	0,47 – 1,05	0,024

Fuente: Callister y Rethwisch, 2015.

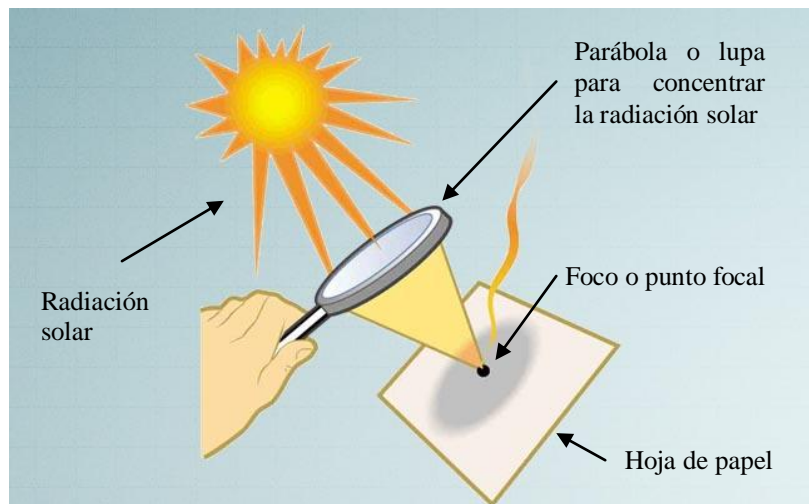
El video *How to build a solar oven!* del año 2014, que es Proyecto de la Asociación Común Tierra, guiado por Luckey R. y Rigatti L., en compañía de Nora y Tonchi de El Tilo Taller Permacultural en Mendoza, Argentina, expone que el mejor aislante es el vacío y para poder generarlo necesitamos burbujas de aire quieto, atraparlos y aislarlos como sucede en un horno.

El aire es el principal medio de conducción en un horno ya que permite que el calor llegue al producto y se efectúe su cocción, pero, para calentar el aire debe haber materiales que irradian calor gracias a sus cualidades de acumulación y conducción térmica; el cobre al ser muy caro y poco accesible en láminas para la construcción de hornos se opta por aluminio, acero inoxidable o ladrillos para hornos de piedra, por ser económico y con cualidades de conductividad y/o reflectoras si hablamos de hornos solares. Aunque no hay que dejar de lado

las cualidades térmicas de un horno las cuales no dependen estrictamente de la conductividad de los materiales, ya que la aislación también es importante para almacenar calor.

- **Radiación**

El principio básico de la radiación en hornos, es generar la cocción de los alimento a partir del calentamiento de la cavidad interior del mismo (Domingo, 2011). “el aumento de temperatura o calor es producto de la radiación que emanan las resistencia eléctrica, la leña en brasa, el gas LP en combustión” o la luz del sol como se explica en la figura 7, esta se conduce por las paredes del horno para generar una segunda radiación y por último la transferencia de calor hacia aquello que estemos cocinando. En el caso de los hornos solares los metales o placas a utilizar deberán estar dotados de materiales reflectores; espejos, placas de aluminio espejo, placas cromadas etc.



**Figura 7. La radiación solar y su poder energético, concentrado en una hoja de papel (Galarraga *et al*, 2017).**

En hornos convencionales de gas LP, o eléctricos por lo general la puerta es de cristal, la cual es de uso banal, ya que su función es poder observar los alimentos durante su cocción, y esta no es un buen conductor de calor, en cambio para los hornos solares esta parte del horno es importante para la obtención de la radiación solar o su calentamiento como se ejemplifica en la figura 8.



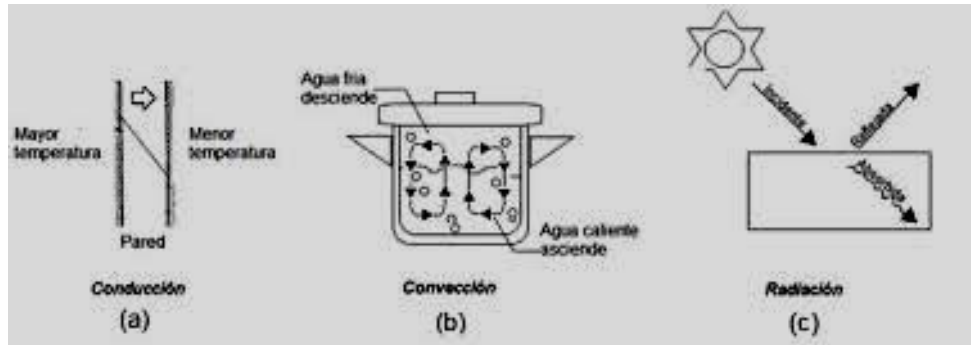


Figura 8. Mecanismos de transferencia de calor con energía solar (Pérez y Sosa, 2013).

- **Convección**

La convección en hornos es básicamente aire caliente producto de la conducción y radiación generada por la combustión de gas LP, resistencias eléctricas (Domingo, 2011) el aumento de temperatura deberá estar acumulándose en un espacio aislado o térmico para realizar la convección.

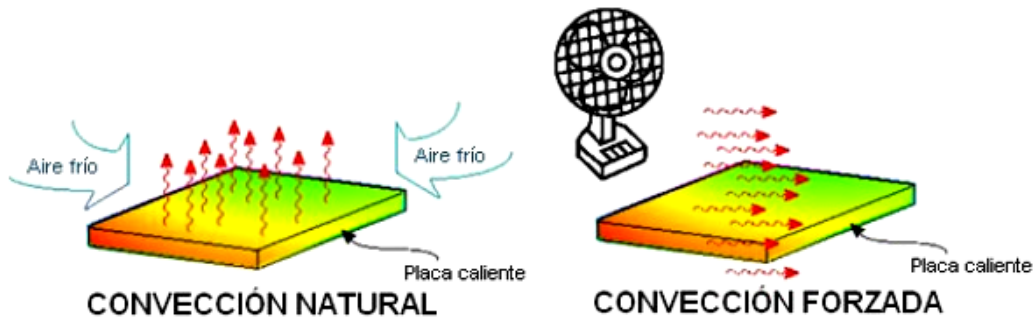
Un horno eléctrico o de gas LP logra la convección por el aumento de temperatura producto de la radiación que producen las llamas de las hornillas o resistencias y se conduce por las paredes interiores del horno. En otras palabras el aumento de temperatura que se encuentra dentro de las paredes de un horno producto de la conducción y radiación pasa al aire resultado de la evaporación de contenido de agua de los alimentos calentándose y efectúan la convección para una cocción uniforme en un espacio semi-hermético, un ejemplo es el pan: el cual va perdiendo humedad en su cocción, creando vapor y adquiriendo un incremento de volumen y la costra característica de un pan tipo baguette.

La diferencia de temperaturas y humedad entre el pan y la temperatura del horno hacen que el aire este en movimiento sin necesidad de una convección forzada, dicho esto existen dos métodos para generar la convección.

- **Convección libre:** Es la cocción impulsada, únicamente por la diferencia de temperaturas entre la temperatura del alimento y la cavidad del horno.
- **Convección forzada:** Es la cocción que involucra aire caliente en constante movimiento, en la cual el horno está dotado con un ventilador el cual incrementa la

temperatura del horno de manera artificial, efectúa una cocción uniforme y en menos tiempo.

En la figura 9, se exponen los métodos para crear convección natural y forzada.



**Figura 9. Ejemplos de convección natural y convección forzada producto del calentamiento de una placa metálica dentro de un espacio térmico (Espinoza *et al.*, 2017).**

En los anteriores subtemas se trata de explicar cómo funciona la transferencia de calor para la cocción de los alimentos, actualmente las fuentes de energía se obtienen de empresas que transforman las fuentes de energía primaria renovables y no renovables para la obtención de energía secundaria y nos la venden como la conocemos (corriente alterna o eléctrica, gas licuado, gasolina, etc.), sin embargo como ya es sabido es posible utilizar fuentes de energía primaria como es la luz del sol y poder transformarla nosotros mismos en energía calorífica mediante la acumulación, ejemplo de esto son los hornos solares, gracias a sus cualidades termodinámicas de acumulación de temperatura o energía y a la transferencia de calor principio ya explicado anteriormente. Para poder comprender lo que representa la conservación de la energía en el siguiente subtema se habla acerca de esto.

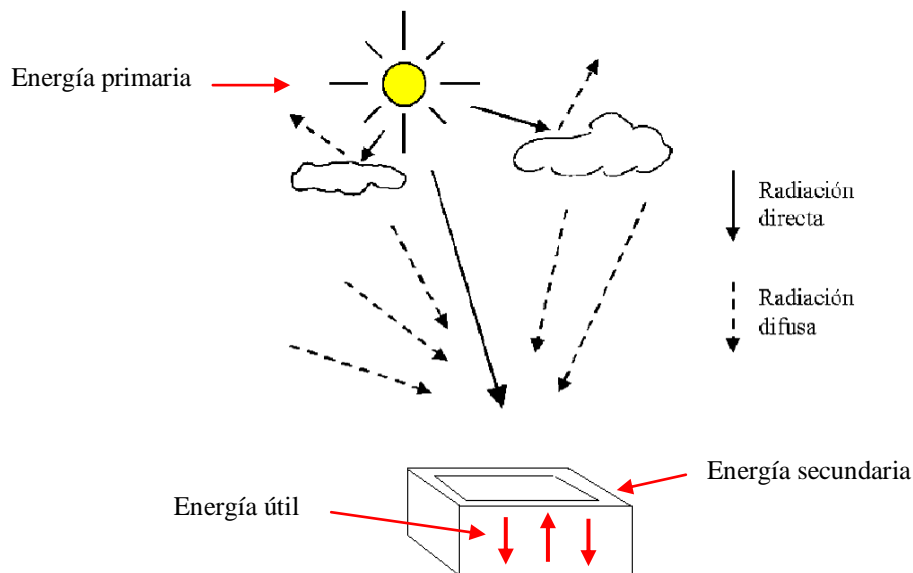
## **PRINCIPIOS DE LA ACUMULACIÓN DE ENERGÍA APLICADO A UN HORNO SOLAR**

Para poder explicar cómo funciona la energía desde su estado más puro, es importante saber cómo estas se transforman; haciendo que se conserve de una forma u otra. Como ejemplo se

pondrá la famosa frase como “ya no tiene energía” o “se le está acabando la energía”; sin embargo, desde el punto de vista de la física, es incorrecto. Lo que ocurre es, sencillamente un cambio, la forma de energía inicial se ha transformado en otro tipo de energía que ya no podemos usar, ya que aunque los átomos o pequeñas partículas que constituyen a un cuerpo sigan en fricción estos no generan la energía necesaria para ser útil.

Si pensamos en los fuegos artificiales pasa lo mismo, la pólvora contiene energía química, que se transforma en energía cinética, potencial, sonora luminosa y calorífica, manteniéndose constante la energía total (Piñeiro, 2018) por un determinado periodo.

Otro ejemplo relacionado es la cocción de los alimentos por medio de la acumulación de radiación solar; un horno solar obtiene energía luminosa proveniente del sol (energía primaria) la cual a su vez es aprovechada y se transforma en energía térmica (energía secundaria) la cual queda acumulada dentro del horno y efectúa la cocción de los alimentos en un tiempo determinado (energía útil) dicho ejemplo se ilustra en la figura 10; es un fenómeno que se repite en hornos convencionales, de leña o eléctricos, lo que cambia es la fuente de energética de la que se obtuvo la energía útil y la forma en cómo es transformada por los diferentes hornos.



**Figura 10. Transformación de una fuente de energía primaria a útil.**

Tenemos que tener en cuenta que la energía se mezcla e interponen entre sí, lo que da paso a la “famosa ley de la conservación de la energía” ya que “la energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma” (Laurent, 1789). Cabe señalar que no toda la energía final que se consume es energía útil. La energía útil sería la luz que deseamos obtener cuando encendemos una bombilla, dejando de lado la energía en forma de calor que desprende la bombilla cuando es encendido (energía final) (GENCAT, 2018).

Del mismo modo, cuando cocinamos en una estufa de gas LP o leña, de la energía final que se consume y que desprenden los fogones, sólo una parte se emplea para cocer los alimentos (energía útil), el resto se pierde calentando el aire del ambiente y el que fluye fuera de la olla, y no es por tanto energía útil, un ejemplo en la figura 11. Si se compara con el funcionamiento de un horno se busca lo contrario, una menor pérdida de calor.



**Figura 11. Pérdida de calor generado de la radiación no acumulada (Raffino, 2019).**

Entender estos principios ayuda para la interpretación del manejo y construcción de un horno solar, ya que al momento de usarlo este estará en constante cambio de temperatura ya sea por la incidencia de sol o simplemente al introducir los alimentos con una temperatura diferente a la del horno y el ambiente, así pues de esto dependeremos al momento de cocinar los alimentos, por dichas variables es importante saber la temperatura a la que debe ser ingresado el producto mediante una tabla de temperatura de horneado como referencia y la factibilidad que tenga el horno para conservar o acumular la energía, por tiempos relativamente prolongados.

Para el presente trabajo se realiza una caja térmica con viruta de periódico y coco, paredes forradas con latas de aluminio reciclado, piedras de río, y una placa negra de acero que permite la acumulación de la temperatura con mayor eficiencia dentro de la caja u horno solar.

En la tabla 4, se presenta la temperatura de cocción adecuada para las masas básicas:

**TABLA 4. TABLA DE TEMPERATURA PARA LA COCCIÓN DE MASAS BÁSICAS.**

<b>Masas basicas</b>	Temperatura de coccion u horneado	
<b>Masas con levadura</b>	De 180°C a 220°C y el tiempo varia	
<b>Masas batidas</b>	Aireadas	160°C
	Pesadas	180°C
<b>Masas quebradas</b>	Sablée	160°C
	Brisée	180°C
	Sucrée	180°C
<b>Masa Hojaldre</b>	Frances	220°C
	Invertido	
	Directo	
<b>Masa escaldada</b>	220°C al principio de la coccion, 160 - 180°C a mitad de la coccion	

Fuente: Abascal, 2016.

Nota: son temperaturas universales las cuales varían dependiendo del resultado que se quiera obtener o al comportamiento del tipo de masa en cocción.

Existen diversas preparaciones culinarias tanto dulces como saladas de repostería o de alta cocina; clásica, regional o contemporánea, con diversas preparaciones más que lo acompañan, armoniza y decoran, pero que involucran trabajo, esfuerzo, costo, y un beneficio, aunque esto implique el pago de un servicio integral, o los nombrados gastos fijos. Poder trabajar con equipos que involucren tecnología amigable y a bajo costo, beneficia al costo en el proceso de elaboración de diversos postres, con esto no se plantea la utilización al 100% de una tecnología

como es la de los hornos solares, siendo que nosotros dependeremos de la energía solar y no está de nosotros.

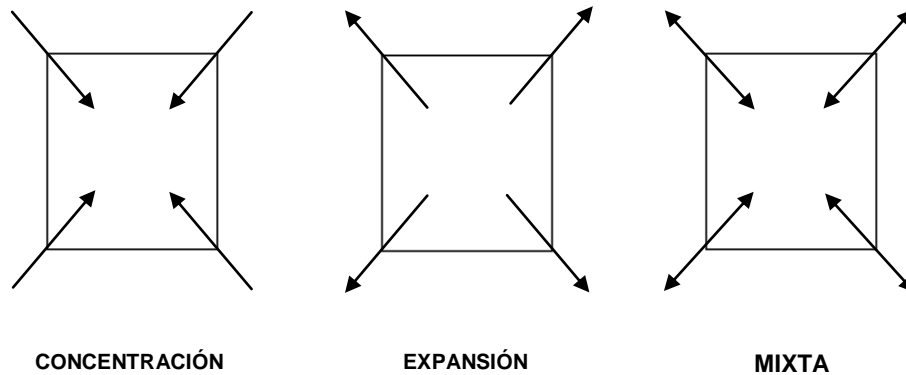
Es decir podemos hacer un biscocho con la energía radiante del sol y complementar, decorar o montar con ayuda de otra fuente de energía como es la energía eléctrica y la conducción de esta mediante resistencias para crear coberturas, almibares, ganache, merengues, compotas, etc. Y no necesariamente destinado para venta, se habla de la implementación y su utilización en un entorno urbano, concientizando a una población desarrollada. Siempre de la mano con las energías híbridas.

## **LA COCCIÓN, LA BASE DE LA COCINA**

Realizar buenas prácticas en los métodos o técnicas de cocción es importante cuando está de por medio evaluar el grado de aceptabilidad de las preparaciones alimentarias de un producto nuevo o con un nuevo método de cocción aplicado en los alimentos, ya que son técnicas culinarias con las que se busca la transformación de los alimentos crudos, mediante la aplicación de calor para su consumo. Se sabe que la mayoría de los alimentos necesitan de una previa cocción para asimilarlos correctamente, como también hay alimentos que pueden consumirse con una previa desnaturalización de las proteínas utilizando medios ácidos (limón, vinagre, vino, etc.) o aplicando un previo tratamiento térmico en conservas, para hacerlos más aceptables. Así pues en el libro Atlas mundial de cocina y gastronomía, en su 1ra. Edición, (Fumey y Echeverría, 2008) generalizan a los métodos de cocción en tres tipos:

- La cocción por concentración, consiste en someter un alimento a calor intenso. Entonces las proteínas se coagulan en la superficie y los glúcidos se caramelizan, atrapando los nutrientes en el interior de los alimentos.
- La cocción por expansión se realiza en un líquido, que parte de temperatura ambiente a ebullición: este método de cocción permite que una parte de los nutrientes pase al líquido de cocción, mientras que el alimento absorbe la guarnición aromática.
- La cocción mixta combina los dos procedimientos anteriores.

En la figura 12, se ejemplifica las generalidades de los tres métodos de cocción:



**Figura 12. Ejemplificación de los métodos de cocción.**

Entre los métodos que menciona existen técnicas para la cocción de los alimentos las cuales se clasifican y reparten en los tres métodos de cocción de acuerdo al medio de cocción que se utilice (medios grasos, medios secos, medios húmedos o combinación de medios) (Fumey y Echeverría, 2008). A continuación se mencionan como subtema.

### **COCCIÓN POR CONCENTRACIÓN**

Son cocciones que parten de un líquido caliente, aire caliente o sobre una superficie caliente.

Asar / emparrillar: consiste en cocer los alimentos, exponiéndolos a fuego directo, si necesidad de una tapa, ya sea con ayuda de brochetas o una parrilla.

Vapor: es la cocción que se realiza obteniendo vapor a través de un medio líquido en ebullición.

Saltear: requiere de fuego intenso y un medio graso para poder cocer rápido los alimentos, sin la necesidad de una tapa, este método requiere de movimientos para poder hacer una cocción uniforme de los alimentos.

Plancha: consiste en generar calor a través de la conducción hacia una plancha o sartén de hierro para realizar un sellado o la cocción de los alimentos.

Freír: es una cocción por inmersión en un medio graso a temperaturas arriba de los 190°C.

Hornear: método de cocción por medio de calor seco que generalmente se efectúa en un horno.

Hervir, blanquear, escalfar y escaldar.

### **COCCIÓN POR EXPANSIÓN**

En general son las técnicas de cocción que parten de un líquido frío (Confitar, sudar, simmer, glasear, fondos)

Pochar: es la cocción que implica un líquido como un fondo o agua, para poder cocer los alimentos a una temperatura menor a los 90°C.

Rehogar: es una cocción en la cual se utiliza un recipiente hondo el cual está provista por una tapa, en el interior se dispone una guarnición aromática y sobre ella una proteína.

### **COCCIÓN MIXTA**

Braseados y estofados: es una cocción que implica dos métodos de cocción, en la cual se sellan los alimentos y concentran los jugos, para luego ser tapado añadiendo guarniciones aromáticas y un líquido.

Cocciones al vacío.

En el siguiente tema se realiza una breve descripción de las masas de repostería, métodos de elaboración y temperaturas de cocción con la finalidad de estipular las masas de repostería viables para su cocción en un horno solar.

### **MASAS BÁSICAS DE LA REPOSTERÍA Y MÉTODOS DE ELABORACIÓN**

El libro Productos de panadería, ciencia, tecnología y práctica. En su 1ra. Edición (Cauvaing y Young, 2008) se clasifica a las principales masas de la repostería en cinco, a continuación se hará énfasis a las masas que son viables para la cocción en un horno solar:



## MASAS QUEBRADAS

Son masas que se utilizan para la elaboración de tartas, galletas, etc., en esta clasificación se encuentran las masas secas, se caracterizan por la ausencia de elasticidad y la facilidad que tienen para desboronarse una vez horneadas (Abascal, 2016).

**Técnica de elaboración:** Existen diferentes métodos para su elaboración a continuación se mencionan 3 tipos de masas quebradas y sus características.

- **Brisée:** Es una masa de sabor neutro y compacta, la característica principal es la cantidad de harina, mayor a comparación de la Sablée y Sucrée, ya que para esta preparación se iguala la cantidad de manteca o mantequilla y harina (tpt). Se emplea para la elaboración de tartas y tartaletas.
- **Sablée:** Es una masa con alto porcentaje de mantequilla y se caracteriza por ser una masa blanda y desmoronable. Se elabora con yemas de huevo, mantequilla y azúcar glass. Se trabaja con poca harina, empleando un cornette o espátula hasta obtener una preparación granulada con los demás ingredientes. Se evita transmitir calor corporal de las manos a la masa con materia grasa. Se trabaja en frío.
- **Sucrée:** Es una masa más firme que las anteriores debido al alto contenido de azúcar, de ahí el nombre sucrée que quiere decir azucarada. Se elabora con azúcar estándar, al trabajar con este tipo de azúcar hace que la masa tenga poros que son producidos durante la cocción de la misma. Estas masas no se pueden utilizar después de su amasado, se deben envolver en papel film, y se deja enfriar en la heladera como mínimo una hora.

Para lograr galletas que se desboronen fácilmente es importante evitar la formación del gluten, esto se obtiene incorporando rápidamente los secos, grasas y líquidos, como también reservando la masa previo a la cocción a una temperatura de refrigeración.

**Temperatura de cocción:** Este tipo de masas requieren de entre 160°C - 180°C para su horneado.

Ejemplo de los tipos de masas quebradas en la figura 13.



**Figura 13. Tipos de masas quebradas: Brisée, Sablée y Sucrée, de izquierda a derecha.**

### **MASAS FERMENTADAS**

Es una masa que se elabora con harina de trigo, levaduras naturales (*Sacharomise serevisae*), azúcar, agua y sal. Si el pan se fabrica con otro tipo de harina, se denomina con el nombre de la harina que se emplea (Gross, 2013). Existen variantes en cuanto a ingrediente, aunque para las masas fermentadas siempre se parte de una levadura seca o fresca, azúcar, harina y un medio líquido tibio para activar el desarrollo de la levadura e hidratar la masa. Al agregar sal en cantidades moderadas las levaduras se acidifican y estabilizan el leudado de la masa.

**Técnica de elaboración:** su preparación requiere de tiempo ya que para esta masa se utilizan levaduras para la fermentación, está a su vez es amasada y reposada para conseguir mayor elasticidad gracias a las levaduras y al gluten de la harina. En estas masas todos los ingredientes influyen ya que las levaduras se sirven de estas para obtener la fermentación, el formato y horneado adecuado.

**Temperatura de cocción:** la temperatura de horneado de los panes varía depende a su porcentaje de agua y tamaño en general, pero se puede manejar una temperatura de entre 180°C - 220°C para un horneado estándar, en la cual se puede obtener, caramelización y una costra producto del vapor generado en la cocción, característico de un pan.

Para el tiempo de fermentación se dependerá también de los ingredientes y cantidades, se deberá tener una medida de temperatura controlada para la fermentación la cual es de 26 – 30°C (Pérez, Gonzales *et al.*, 2013). En la figura 14, se muestran algunos formatos de masas fermentadas para la elaboración de pan.



**Figura 14. Masas fermentadas y sus diferentes formatos o aplicaciones.**

#### **MASAS BATIDAS**

Son el resultado del batido de huevo, azúcar, saborizantes y harina agregándola de forma envolvente, el batido de las claras y el azúcar da como resultado final un aumento en el volumen de la masa y de esta confiere su textura aireada característica (Gross, 2013).

**Técnica de elaboración:** El objetivo principal para la elaboración de una masa aireada o batida es conseguir un aumento en el volumen de las claras, yemas y azúcar por medio de un batido constante, la técnica de espumado en caliente eleva la capacidad del huevo de atrapar aire y así poder obtener una mayor resistencia, como sucede con un merengue suizo. También para poder sostenerse el peso de los ingredientes secos, como la harina para una genovesa.

Se pueden elaborar masas batidas de varias maneras, pero la clasificación general parte de dos técnicas para su elaboración:

- **Aireadas:** son el resultado del batido de huevo con azúcar, para esta las claras y la yema pueden batirse por separado, montando claras con la mitad del azúcar y

blanqueado por aparte las yemas con la otra mitad de azúcar, para después incorporarse en un mismo recipiente. La elaboración de la masa Genovesa parte de esta técnica. Resultan muy esponjosas y aireadas debido a un batido energético y prolongado, transformando a los ingredientes en una espuma a la que luego se agregan los secos (Gross, 2013).

- **Batidas Pesadas:** a diferencia de las livianas estas se caracterizan por ser más compactas, con alveolos muy pequeños, por su mayor contenido de materia grasa y a su batido que no es prolongado. Los budines y los cakes simples entran en esta clasificación. En la figura 15, se muestran ejemplos de masas batidas.



**Figura 15. Genovesa (masa aireada), Brownie (masa batida), y su aplicación en pasteles.**

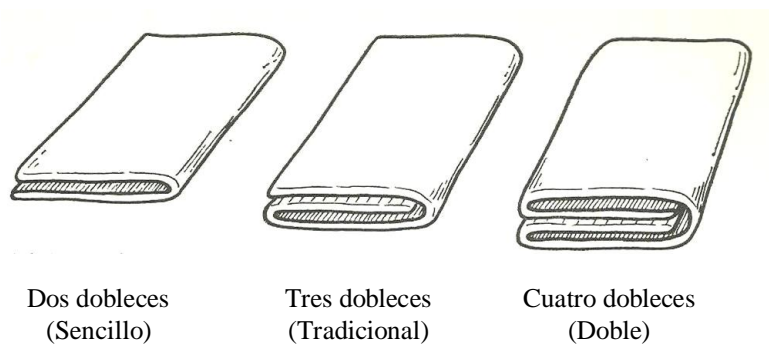
**Temperatura de cocción:** Para las masas livianas la temperatura de cocción dependerá del espesor de la masa  $140^{\circ}\text{C} - 160^{\circ}\text{C}$ , y para las masas pesadas se manejan rangos de  $160^{\circ}\text{C} - 190^{\circ}\text{C}$ . Temperaturas altas rompen la superficie expuesta de los moldes o corteza, su apariencia cambia de color o incluso pueden llegar a disminuir el volumen de estas.

### **MASAS HOJALDRADAS**

Se caracteriza a las masas hojaldradas como una pasta constituida por finas capas de materia grasa y una masa simple, las cuales se unen, pero no se amasan, con el fin de formar una pasta en capas para su horneado: la materia grasa al estar en cocción se expande, se funde y separa las finas capas de masa, creando visualmente finas hojas de masa crujiente y dorada.

Tradicionalmente se utiliza mantequilla con alto contenido en grasa y menos agua, o clarificando la mantequilla, dependiendo del resultado que se desea obtener (Pérez, 2008).

**Técnica de elaboración:** consiste en la preparación de una masa simple a base de agua, harina y sal, la cual se estira y envuelve a la mantequilla en forma de “sobre” o “paquete”. Al incorporar la materia grasa; la masa se sigue estirando y se dobla en tres tradicionalmente como se muestra en la figura 16, con el propósito de formar láminas de mantequilla y capas de la misma masa, mediante los dobleces sucesivos.



**Figura 16. Ejemplo de los dobleces para la elaboración de masas hojaldre (Pérez, 2008).**

Existen diferentes formas para elaborar una masa hojaldres, a continuación se presentan tres tipos de masa hojaldre y los más conocidos:

- **Hojaldre francés:** esta técnica consiste en envolver a la materia grasa como puede ser mantequilla en una masa simple.
- **Hojaldre invertido o inverso:** a diferencia del francés, la materia grasa envuelve a la masa simple.
- **Hojaldre directo:** en esta no existe una técnica como tal, todos los ingredientes se mezclan desde el comienzo.

**Temperatura de cocción:** La cocción de las masas hojaldradas requiere de temperaturas altas entre 200°C - 220°C.

Al estirar y voltear en tres a la masa, se obtiene un número de capas en la pasta hojaldre, después de cada vuelta, el número de capas de materia grasa se multiplica por tres y a la pasta se le suma una capa más al resultado de las láminas de materia grasa, es decir si se realiza un

hojaldre decente de seis vueltas obtendremos 729 capas de materia grasa y 730 de masa como se observa en la tabla 5.

**TABLA 5. EQUIVALENCIA DE CADA VUELTA A CAPAS CON HOJALDRE TRADICIONAL (TRES DOBLECES)**

Vuelta tradicional	Capas		Vuelta tradicional	Capas	
	Grasa	Masa		Grasa	Masa
1	3	4	4	81	82
2	9	10	5	243	244
3	27	28	6	729	730

Nota: Generalidad numérica de capas por vuelta para la elaboración una masa hojaldre.



**Figura 17. Mil hojas con masa hojaldre.**

Con el calor del horno, el contenido de agua de la masa se transforma en vapor. Las hojas de masa, impermeabilizadas por la materia grasa, retienen ese vapor y se separan formando un efecto de mil hojas, clásico de la masa hojaldre. Tradicionalmente se elaboran mil hojas, napoleones, etc., como se muestra en la figura 17.

#### **MASAS ESCALDADAS**

Es conocida en la cocina francesa como “Pâte à pâté”, es una masa a la cual se le aplica una breve cocción antes de su horneado, de ahí el nombre “escaldado”. Similar a la masa de profiteroles o pasta choux, pero con distintos ingredientes y diferentes proporciones.



**Técnica de elaboración:** Las masas escaldadas se pueden hornear o freír y su elaboración será igual para ambas cocciones, si es frita comúnmente se les denomina buñuelos y si es horneada profiteroles o choux. Para la elaboración de masas escaldadas se hierve agua con sal, se agrega la materia grasa, y la harina tamizada en un tanto, se mezcla para conseguir una pasta homogénea y se agrega huevo fuera del fuego. Posterior al escaldado, la mezcla se pasa a una manga pastelera con o sin duya, se montan en charolas para su horneado o se pasa directo a la freidora con o sin molde, ejemplo de la figura 18.

**Temperatura de cocción:** La cocción de las masas escaldadas requiere de temperaturas altas 200 y 220°C para su horneado y de 180°C en fritura profunda.



**Figura 18. Elaboración de buñuelos de viento (cocción en fritura profunda “masa frita”).**

Es importante saber los tiempos de cocción, y grados de temperatura para la cocción de las diferentes masas de la repostería, ya que de esto y la disminución de líquidos como: aceites, grasas y líquidos en general, dependerá el éxito del horneado de las masas de repostería en un horno solar.

Como conclusión para este subtema, habrá masas de la repostería las cuales demandan temperaturas altas en su horneado, como son los profiteroles, y masas para fritura, las cuales se deben descartar ya que las temperaturas de un horno solar no podrán rebasar los 150°C, o en el mejor de los casos modificar la receta.

## **INGREDIENTES BÁSICOS EN LA REPOSTERÍA**

La repostería es un área de la gastronomía estrechamente relacionada con las ciencias y artes, la cual está destinada a la elaboración de preparaciones dulces. En un restaurante representa el área fría de una cocina; se caracteriza por el uso de harinas, azúcares, huevos, levaduras, o aditivos como estabilizadores para la elaboración de masas batidas o aireadas, fermentadas, masas quebradas, masas hojaldras, etc. incluso entradas, aperitivos, amenidades dulces o saladas, o los ya mencionados postres.

A continuación se presenta una descripción de la composición de los ingredientes básicos para la elaboración de masas básicas en la repostería, del libro *Productos de panadería, ciencia, tecnología y práctica* del año 2008 de Cauvaing S. y Young L., anteriormente citado.

### **HARINA**

La influencia que tienen las harinas de trigo en las características de un producto de panadería se expresan comúnmente en base a su composición, proteínas, almidones, contenido en fibras y otras importantes propiedades físico-químicas como el tamaño de las partículas de harina y la calidad de la proteína (Cauvain y Young, 2008). Por lo tanto es considerada la influencia que tiene la harina en la formación de la estructura de un pan, galletas, biscochos, y demás productos usando cualquier tipo de harina.

Es decir el porcentaje de los ingredientes que componen a una masa tienden hacer expresados en base al peso de harina empleada, por lo que el contenido de harina no varía, pero si los demás ingredientes (Gisslen, 2004). La harina tiene un papel fundamental, por lo que sea comentado anteriormente. Por ejemplo; Las proteínas como el gluten ayudan a retener los gases producto de las levaduras y por lo tanto existe un aumento en el volumen de la masa para pan.

El ‘famoso’ gluten es el nombre que se le da a dos de estas proteínas presentes en la harina, la glutenina y la gliadina, moléculas muy grandes con un gran número de aminoácidos. Sin estas proteínas, hacer pan sería muy complicado, ya que la harina no se podría mezclar con el agua porque es inerte. Pero las proteínas se encargan de formar enlaces de hidrógeno y de disulfuro



entre sus cadenas, dotando de una red de gluten a toda la masa, que se fortalece cuando se amasa, ya que interactúan entre sí reforzando esta unión (Universitat de València, 2016).

En México y otros países de Latinoamérica se clasifican a las harinas por ceros, es decir cuanto mayor es el número de ceros el refinamiento es mayor y menor será el contenido de gluten. En la tabla 6, se muestra una clasificación de las harinas por 0. Se También se comercializan harinas de fuerza como marca SELECTA o La moderna y harinas flojas como las de la marca San Antonio.

**TABLA 6. CLASIFICACIÓN DE LA HARINA EN LATINOAMÉRICA.**

<b>FUNCIONES DE LA HARINA Y CLASIFICACIONES</b>	
<b>Harina 0 y 00 (uno y dos ceros)</b>	Son las harinas menor refinadas y se denominan harinas de gran fuerza, la harina de gran fuerza (0) contienen un 15% de proteínas por cada 100g que por lo general se trata de harinas integrales.
<b>Harina 000 (tres ceros)</b>	Son harinas de color marrón y con mayor contenido de proteínas, que ayudan a la formación del gluten en la panificación.
<b>Harina 0000 (cuatro ceros)</b>	Es la más blanca, recomendada para productos de pastelería por su menor contenido de proteínas que ayudan a la formación del gluten.

Fuente: Esteire *et al.*, 2015.

## **AZÚCAR**

Las fuentes principales de azúcar (Sacarosa) son: la caña de azúcar, y la remolacha (Ruiz *et al.*, 2005). La sacarosa confiere dulzura y color a los productos de panadería y repostería pero también tiene una importante función en la formación de la estructura.

Tienen un efecto significativo en los procesos de gelatinización del trigo y de otros almidones, es decir si la concentración de sacarosa presente es del 50%, la temperatura de gelatinización

del almidón del trigo puede aumentar de 60°C hasta los 80°C (Cordero, 2017). En exceso abruma e inhiben el crecimiento de las levaduras.

El azúcar comúnmente utilizado en la elaboración de productos de panadería y repostería es la que se describe como azúcar extrafina, refinada, azúcar glass con o sin almidón, saborizada, o incluso azúcar estándar.

Un aspecto importante a considerar para la elaboración de marquesote, tortas, biscochos o panes es la influencias que tiene el azúcar en los procesos de elaboración; en masas batidas ayuda a la consistencia y gelatinización en la cocción de un biscocho a base de huevo con poca harina y a una masa fermentada como alimento, crecimiento y producción de gases de la levadura.

Aunque no todo el azúcar es metabolizado por la levadura, puesto que también participa en otras reacciones químicas, como aquellas que se producen cuando se someten a altas temperaturas propias del horneado, y que dotan al pan de sabor y de ese color marrón tan característico (Universitat de València, 2016).

En el caso de las masas quebradas utilizando azúcar estándar o no refinada en cantidades altas; resultan galletas de aspecto grumoso.

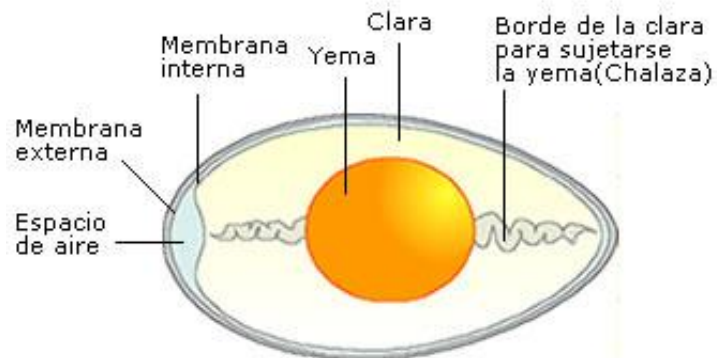
## **HUEVO**

La albumina, proteína presente en la clara de huevo contribuye a la aireación de las masas batidas y las grasas presentes en la yema dan color a las preparaciones (Cauvain y Young, 2008). Aunque el uso del huevo tiene limitantes ya que solo se utilizan en un número determinado de masas, por ejemplo: en esponjas o masas aireadas clásicas, galletas, o buñuelos, ya que una masa fermentada clásica no lleva huevo.

Aunque las proteínas del huevo jueguen un papel importante, la yema contribuyen en gran medida a incorporar los ingredientes por el contenido de lecitina que contiene, con propiedades emulgentes (This, 2006).

La albumina líquida presente solo en la clara de un huevo, es la encargada de contribuir a la calidad alimentaria de los pasteles ya que le confiere su estructura a una genovesa; el biscocho utilizado para elaboración de pasteles.

En la figura 19, se presentan las partes que constituyen a un huevo de gallina:



**Figura 19. Estructura y partes de un huevo de gallina (This, 1999).**

Es innegable no sorprenderse al ver realizar cocciones a bajas temperaturas con termocirculadoras de inmersión, o Sous vide, y es que quien domina la cocción de los huevos puede dominar la cocción de las carnes, los pescados y se amplía el panorama para la cocción a temperaturas controladas (Roca y Brugues, 2014).

### **¿QUÉ OCURRE CUANDO AUMENTA LA TEMPERATURA DE UN HUEVO?**

A grandes rasgos el huevo se coagula, la clara inicialmente amarilla y líquida se blanquea y endurece, mientras que la yema inicialmente anaranjada y cremosa, se endurece y aclara. ¿Por qué?, solo hay que saber que los distintos tipos de proteínas que contiene la clara de huevo se desenredan y se unen a temperaturas diferentes. Las que coagulan en primer lugar a 61°C, son las ovotransferinas, luego a 70°C coagulan las ovomucoicos, a 71°C, le llega el turno a la lisozima, y no hasta algo más de 84°C que coagulan las proteínas más abundantes de la clara de huevo las ovoalbúminas. Podemos afirmar que la cocción del huevo no es una cuestión de tiempo, sino más bien de temperatura (Roca y Brugues, 2014).

En la colonia Roma norte, de la C.D.M.X., se encuentra el Restaurante Máximo Bistrot de el Chef García E. cocinero por necesidad y chef por convicción, lleva acabo la cocciones a bajas temperaturas, en la que recrea la teoría del huevo y su cocción a temperaturas de 72°C, en las que el huevo no pasa de una fase líquida pero con una capa externa sólida, parece ser un tipo de proteína ya coagulada, lo interesante es que los huevos están más de 7 horas en cocción en un medio líquido como agua a una temperatura baja y siempre constante, lo que usa es una Sous vide, básicamente un baño maría, con la cual obtiene las temperaturas deseadas en su servicio, este se presenta montándolo sobre lentejas y un fondo de pollo clásico francés.

En definitiva la mayoría de las masas batidas y quebradas conllevan a el uso de la yema o clara de huevo para ser utilizado de diferentes formas, y es que aparte de favorece a la estructura de las masas para su cocción, da consistencia a las cremas como la pastelera, y a los merengues.

Lo anterior hace sentido considerar viable la implementación de huevo y otros ingredientes para mejorar la calidad de las masas durante la cocción en horno solar.

## **ALCOHOLES**

Utilizado en la repostería como almíbar para empapar biscocho

Para pochar, curtir o conferir sabor a frutas dulces, manzana, pera, etc.

Estos no suelen interferir en el sabor del producto pero, en concentraciones altas puede afectar a la estructura de una masa con la perdida de volumen y en el sabor posterior a la cocción de un biscocho utilizándolo como almíbar para empapar al pan en grandes cantidades.

Los alcoholes también son utilizados para flambear bebidas, frutas y comida en general; los más utilizados son el brandy, ron, y coñac.

## **GRASAS**

Las materias grasas son unos de los ingredientes enriquecedores más importantes, ya que esta influye en el sabor, en la suavidad, en el dorado de una costra, también retrasa su caducidad y en algunas masas ayuda a capturar en aire durante el horneado, dando volumen a las masas,

como en el caso de las masas hojaldradas. Incluso hay vitaminas que solo las asimilamos si están disueltas en grasa.

Las grasas comestibles pueden ser de origen vegetal presentes en semillas, comúnmente llamadas “aceites”, o de origen animal como la “manteca de cerdo, pato” o “mantequilla”.

Siguiendo con la lectura del libro *Confitería y pastelería: Manual de formación* de Madrid A. publicado en el año de 1999; las funciones principales de las Grasas en la Repostería son:

- Función lubricante: impide la fuga de humedad en el producto ya que esta es distribuida uniformemente en el producto. Es una función importante para la panificación.
- Función Aireadora: captura el aire en forma de pequeñas burbujas para acumular el vapor durante el horneado generando así un aumento en el volumen de las masas y consistencia con ayuda de leudantes químicos o naturales.
- Función estabilizadora: da resistencia a las masas para evitar que baje durante el horneado. También favorece al gluten ya que permite que se desarrolle en condiciones más óptimas.
- Conservación de producto: favorece a la conservación de las propiedades organoléptica, ya que mantiene una mayor cantidad de humedad retardando el proceso de envejecimiento. Esto varía si se almacena a temperatura de refrigeración o ambiente.

Según la norma NMX-F-048-SCFI-2012, el punto de humeo es la temperatura indicada por el termómetro cuando la muestra emita una delgada y continua corriente de humo azulado. En algunos casos una ligera fumarola aparece antes de que empiece a humear continuamente. Esto no es tomado en cuenta.

En la tabla 7, se especifican variedades de aceites, grasas y su temperatura de humeo.

**TABLA 7. PUNTOS DE HUMEO DE ALGUNOS ACEITES Y GRASAS.**

<b>PUNTOS DE HUMO DE ACEITES Y GRASAS</b>			
<b>Aceites</b>	<b>°C</b>	<b>Grasas</b>	<b>°C</b>
Aceite de soja sin refinar	160°C	Mantequilla	110°C
Aceite de soja semirrefinado	177°C	Manteca de cerdo	182°C
Aceite de maíz sin refinar	178°C	Manteca vegetal	182°C
Aceite de oliva extra virgen	210°C	Mantequilla clarificada	176°C
Aceite de oliva orujo	238°C		
Aceite de girasol semirrefinado	232°C		
Aceite de girasol sin refinar	107°C		

Fuente: Albert, 2019.

Nota: Artículo en línea Aceites Albert, a quien interese.

Una de las ventajas al utilizar un horno solar es la disminución de aceites vegetales para la elaboración de comida más saludable, libre de TBHQ un antioxidante sintético, causante de deformación celular y problemas cancerígenos en niveles altos, presente en aceites vegetales y alimentos industriales según estudios publicados por la revista de divulgación La ciencia y el hombre en el Vol. 27, publicado en el año 2014.

Sin embargo los mejores aceites para cocinar son aquellos que resisten temperatura de 180°C durante la cocción y un horno solar no supera los 140°C.

## **AGUA**

Químicamente el agua es el ingrediente más simple usado en la repostería, pero debido a sus especiales propiedades, juega un papel de extraordinaria importancia en la cocción u horneado, e influyen en la calidad final en cuanto a la apariencia, textura y fecha de caducidad, dependiendo de contenido de humedad (Aw). Por lo general se utiliza para elaborar almíbar, sorbetes para postres al plato, etc., en masas su uso es habitual en panificación.

Tiene un papel primordial asociado a la solubilidad y dispersión de los ingredientes durante el proceso de mezclado, y la formación de complejos como el gluten en masas fermentadas

(Cauvain y Young, 2008) o con harinas. Gracias al agua y su evaporación en la cocción de panes se obtiene la corteza característica de un bagget o pan blanco.

También existe una unida para determinar el contenido de agua ( $A_w$ ) de los alimentos, por lo general se utiliza para medir el de los productos alimentarios envasados y conservas, tiene un valor de 0 a 1 y está dada por la relación que existe entre la presión de vapor de un alimento dado en relación con la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura. Por ejemplo: el pan, tiene  $A_w$  de entre 0.98 y 0.93, en este rango los microorganismos crecen casi con ningún impedimento alguno a diferencia de las carnes las cuales tienen un índice de  $A_w$  mayor, las galletas, y los huevos tienen un  $A_w$  inferior a 0.60 (Food Processors Instituted, 2015).

### **LEVADURAS**

La levadura de panadería, *Saccharomyces cerevisiae*, se usa para la producción de dióxido de carbono, en la elaboración de masas de panadería y otras masas, estas actúan gracias a las azúcares simples produciendo dióxido de carbono y alcohol (Wangner *et al.*, 2016).

La levadura, contiene enzimas que contribuyen a la descomposición del almidón de la harina, el azúcar actúa como nutritivo o alimento para la levadura y así poder metabolizar esta para producir dióxido de carbono y etanol causantes del agrandamiento de las pequeñas burbujas presentes en la miga de un pan horneado. Este proceso va de la mano con los alcoholes producto de las levaduras.

Son sensibles a temperaturas altas y a los medios muy salados, por lo que la sal como ingrediente debe ser utilizado en pocas cantidades, en cuanto a la temperatura de fermentación óptima es de 20 – 28°C, se activa a esa temperatura, y la disminución de dióxido de carbono es a los 55°C inhibiendo a las levaduras, haciendo que las masas de pan no crezcan mas.

### **SAL**

En la elaboración de productos fermentados, la sal tiene un papel importante ya que limita la actividad de la levadura en la masa, haciendo que esta no crezca en exceso, también se tiene que tener en cuenta el equilibrio entre la sal, levadura y los de mas ingredientes.

Esta se utiliza con diferentes propósitos en la elaboración de los productos de panadería. En primer lugar y por encima de todo, tiene una contribución fundamental en el sabor del producto, contribuye al control de la actividad de agua, y a su tiempo de vida en anaquel (Cauvain y Young 2008).

## **IMPULSORES Y ADITIVOS**

En la actualidad en la repostería es común el uso de aditivos e impulsores como estabilizadores. En panadería es normal aumentar el volumen del pan, por la expansión del aire usando otros gases, producto de la fermentación natural de las levaduras de panadería, el gas producido por estas levaduras son el dióxido de carbono (Wangner *et al.*, 2016).

Para el caso de las masas batidas como las esponjas, se adicionan impulsores o gasificantes químicos, como la levadura química o “polvo para hornear” (ejemplo: marca Royal) y de forma casera compuesto de bicarbonato sódico y un medio ácido, crémor tártaro o incluso vinagre o zumo de limón. Su ratio es de (2:1), dos partes de crémor tártaro y una de bicarbonato sódico. Un impulsor comercial se diferencia de uno preparado por la acción inmediata que tiene el bicarbonato sódico y el medio ácido o crémor tártaro al estar en contacto con la humedad.

La levadura química o polvo para hornear comercial es un impulsor compuesto por dos tipos de ácidos con bicarbonato sódico y almidón, uno de los ácidos tiene la función de activar el bicarbonato en cuanto se mezcla con la masa batida húmeda (reacciona a la humedad) y el otro medio ácido se activa con el calor (en la cocción de las masas). El almidón evita que se apelmace la mezcla y da esponjosidad debido a su capacidad de liberar dióxido de carbono.

Un impulsor se utiliza cuando además de los ingredientes principales se incluya ingredientes con un peso extra, ejemplo: yogur, frutos secos, grasas, mantequilla, o leche entera. No es recomendable utilizarse en preparaciones con ingredientes ácidos como el limón por el ácido que incorpora el impulsor.

Si se sustituye parte de la harina principal por otro tipo de polvo con la misma densidad ejemplo: cacao el proceso seguirá siendo el mismo, pero si incluimos ingredientes con peso y grasa extra se deberá utilizar impulsores. Por lo general son 16 g de levadura química por cada 400 – 500 g de harina utilizando marca Royal aunque varía dependiendo la marca.



Producto de la innovación gastronómica los aditivos se usan en las cocinas de vanguardia, algunos para gelificar líquidos o encapsular los mismos; recrear yemas de huevo falso con sabores distintos, hacer aires con lecitina, espumas o incluso biscochos en 3 minutos con ayuda de un sifón un microondas y cargas de N<sub>2</sub>O.

Incluso elaborar panes sin gluten; si atendemos a la función del gluten, el pan parecería inconsistente y blando sin el elemento aglutinador. Para evitar esto, se emplean harinas sin gluten como las del arroz, a las que se añade xantana como aditivo, con el fin de conferir a la masa la elasticidad y consistencia similar a la que le da el gluten, pero siendo apto para celíacos (Universitat de València, 2016). También la Vitamina C es usada como un aditivo alimentario, da brillo a las preparaciones dulces e inhibe el pardeamiento enzimático de ciertos productos alimentarios (mermeladas y compotas por ejemplo).

## **¿QUÉ ES UN HORNO SOLAR?**

El horno solar, es un artefacto, que permite cocinar alimentos utilizando la energía del sol, a veces llamado cocina solar de caja, pertenece al grupo de las cocinas solares de acumulación (Cabrera, 2018). En esencia es un espacio aislado y térmico, dotado de una ventana doble para el paso de luz, en el que se busca capturar burbujas de aire quieto, para generar calor derivado de la radiación solar, en otras palabras es un horno diseñado para capturar la mayor cantidad posible de luz solar, y ser transformado en calor útil, producto de la acumulación térmica dentro del horno solar.

Las cocinas solares pueden ser elaboradas con distintos materiales, incluso estos pueden ser reciclados, con este aporte disminuyen los costos de fabricación y facilita la construcción. En la actualidad existen diversos modelos de estufas y hornos solares. En la figura 20, se presenta el modelo del horno que se elaboro para el presente trabajo de tesis.

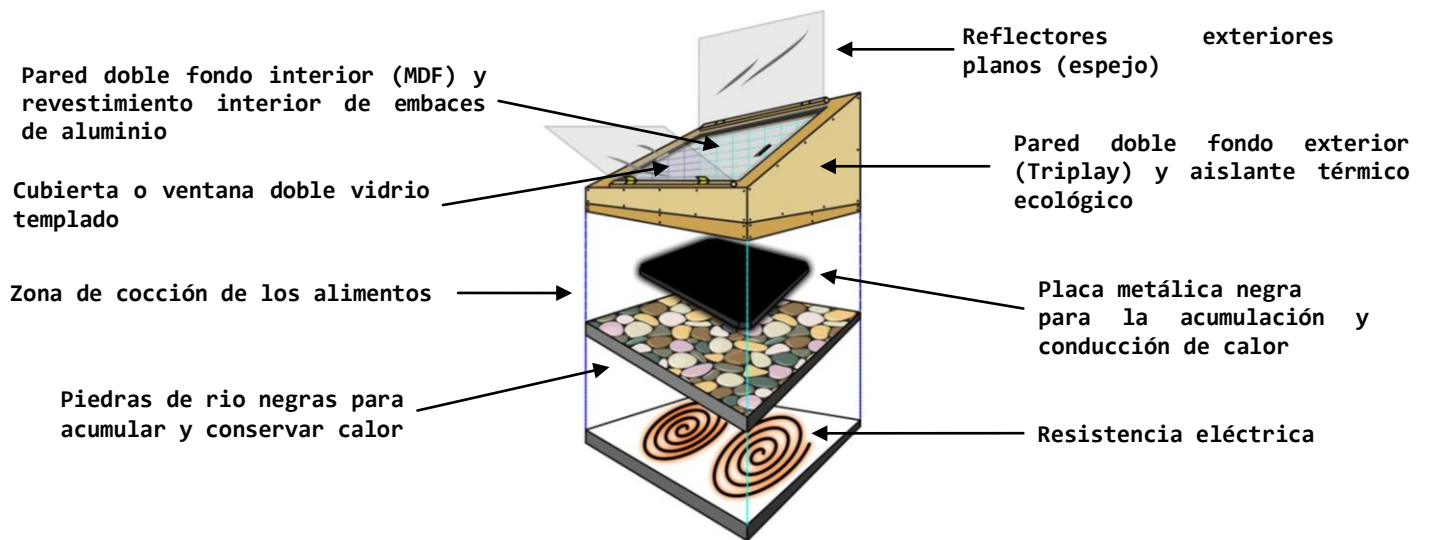


Figura 20. Diseño de horno solar ecológico de acumulación, tipo caja, con inclinación de 15°, reflectores planos, aluminio, piedras de río y resistencia eléctrica.

#### PARTES DE UN HORNO SOLAR DE ACUMULACIÓN CONVENCIONAL

Siguiendo con la literatura de la Guía de uso de cocinas y hornos solares (Almada *et al.*, 2005); las partes de un horno solar se describen y ejemplifican en la figura 21.

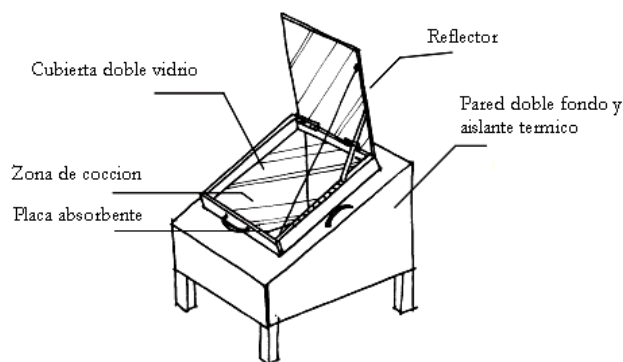


Figura 21. Partes de un horno solar de acumulación (Almada *et al.*, 2005)

**Placa negra o absorbente:** es una placa metálica de un grosor considerable; mínimo 5mm, dispuesta dentro del horno, la cual ayuda a transformar la luz solar en energía térmica, acumulando el aumento de temperatura. Para que esta sea eficiente se emplean materiales metálicos conductores o de color negro ya que son los más adecuados. Incluso piedras de río.

**Zona de cocción:** Es el espacio donde se colocan los alimentos a cocinar.

**Aislante térmico y sellador de alta temperatura:** tienen como propósito aislar las paredes interiores del ambiente exterior. Suele utilizarse viruta de coco, lana mineral o viruta de papel periódico y sellador de alta temperatura en las uniones de la madera o del material que este fabricado.

**Pared doble fondo:** es el revestimiento y la estructura que constituye a la fabricación de un horno, la estructura deberá medir 5 cm de ancho y de largo a elección, está revestido por dos paredes en ambos lados de la estructura, y al interior del revestimiento por un aislante térmico y sellador de alta temperatura.

**Cubierta doble vidrio:** son dos placas de cristal por las cuales ingresan los rayos del sol como función principal, otra de sus funciones es evitar que el calor producto de la radiación solar salga del horno y se acumule dentro de la zona de cocción, funciona tal y como el efecto invernadero en la tierra. Al colocar un doble vidrio con fondo, generamos una mejor aislación dentro del horno.

**Reflectores o parábolas:** algunos modelos incorporan reflectores adicionales a su diseño, sirven para aprovechar aun más la luz del sol y por tanto aumentar la capacidad de generar calor en un punto específico.

Atendiendo a las partes de un horno solar convencional estas; serian las piezas necesarias para la utilidad de un horno solar de acumulación térmica. Es una estructura muy simple, como ya se ha mencionado pueden ser fabricados y diseñados con diversos materiales fáciles de conseguir en zonas urbanas y rurales como el de la construcción del horno solar ecológico que se presenta en la figura 22. O crear modelos únicos para aplicaciones específicas o preparaciones en este caso alimentarias.

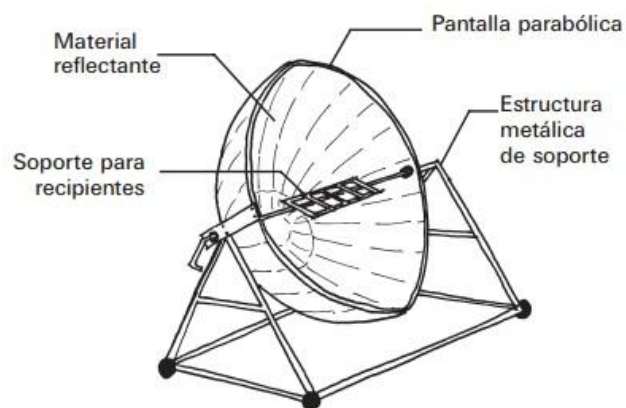


**Figura 22. Construcción final de Horno solar ecológico, en el huerto MUIL ITAJ de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.**

#### **TIPOS DE COCINAS SOLARES**

Estos artefactos se pueden clasificar en dos grupos: Cocina solar por concentración y de acumulación.

**Cocina solar de concentración parabólica:** Es un artefacto con una estructura cóncavo o parabólica, revestida con láminas reflectoras de materiales metálicos incluso aluminio, con la finalidad de concentrar la radiación solar en un punto específico con el fin de generar una zona de cocción, en el cual se coloca el recipiente en el que se cocina el alimento (Aranda *et al.*, 2008). Un ejemplo de una estufa solar o de concentración en la figura 23.



**Figura 23. Partes de una estufa solar o cocina solar de concentración parabólica (Almada *et al.*, 2005).**

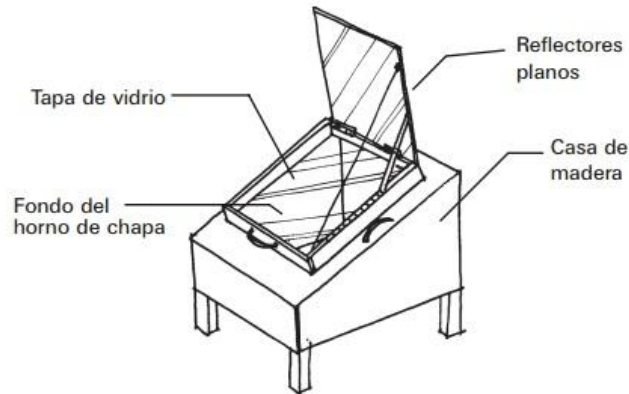
Este tipo de estructuras están fabricadas con materiales resistentes como metal, laminas cromadas o laminas tipo espejo, también suele utilizarse parábolas de antenas recicladas y espejos. Entre más específico sea la refracción de la luz causada por la parábola al punto focal o zona de cocción la estufa solar será más eficiente.

Existen modelos que combinan la cocina de concentración con la de acumulación de diversas formas; sustituyendo el soporte para las ollas o sartenes por tubos al vacío en el punto focal, o colocando un doble vidrio por debajo del soporte o zona de cocción. Hornos solares con tubos al vacío como los mencionados hornos TOLOKATSIN o incluso parábolas de 10 metros cuadrados o más para redireccionar los rayos del sol a un horno solar industrial, diseñados para zonas geográficas despejadas la mayor parte del año y con altos índices de radiación solar, destinados a fundir metales, ejemplo: el gigantesco hornos solares de Uzbekistán construido entre 1981 y 1987 como proyecto de investigación y ubicado en las instalaciones del Instituto Físico-Técnico de la Academia de Ciencias de Uzbekistán.

**Cocina solar de acumulación térmica:** Es un artefacto constituido por una doble caja hermética con una entrada de luz que capta la radiación solar, mediante su exposición al sol, la cual es transformada en energía solar térmica. Se logra acumular dicha energía por el aislamiento térmico del cual está dotado el interior de las paredes del horno y el vacío que esto produce al no haber entradas ni salidas de aire, solo burbujas de aire quieto aumentando su temperatura.

Esta energía es usada para diferentes propósitos, pero el que tiene específicamente el horno solar es el de aumentar la temperatura de un alimento y generar en él la cocción (Aranda *et al.*, 2008).

Un ejemplo de una estufa solar o de concentración en la figura 24.



**Figura 24. Partes un horno solar o cocina solar de acumulación (Almada *et al.*, 2005).**

Una de las características de este artefacto es que la caja o pared interna del horno solar está cubierta con una capa de papel aluminio o de algún material reflectante que se complementa con varios reflectores que se localizan en la parte externa del horno solar para captar así la mayor cantidad de radiación solar en su interior (Aranda *et al.*, 2008). También suele utilizarse pintura color negro sobre las paredes interiores del horno con la finalidad de acumular más temperatura, dependiendo de su aplicación y el modelo de horno solar.

Aunque las paredes no sean negras es recomendable siempre disponer de una placa negra sobre el piso del horno solar con el fin de acumular temperatura, y disponer de esta por medio de la conducción y radiación (Raffino, 2019) principio explicado en el subtema principios de la acumulación de energía aplicado a un horno solar.

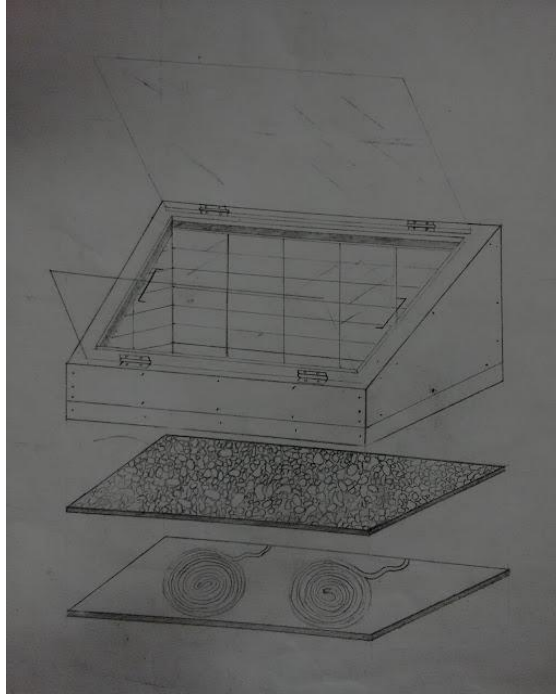
### **MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE UN HORNO SOLAR**

Los materiales empleados para la elaboración de un horno solar son pocos y algunos de fácil acceso, todo depende del diseño y para que están destinadas sus funciones. Hay quienes se atienen a la durabilidad que tenga al fabricarse.

Para la elaboración de un horno solar ecológico es recomendable utilizar materiales resistentes al uso, movimiento, clima y cambios de temperatura como:

- Madera usada para colado o para la construcción de casas de cemento, de dos pulgadas de ancho y de largo a consideración del modelo para fabricar la estructura del horno solar. Aunque también se utilizan tambos metálicos reciclados, para la estructura.
- Madera comprimida para el exterior y cartón prensado (MDF) para el interior que recubre a la estructura. También es recomendable utilizar MDF para soportar a los reflectores exteriores, o implementar antenas parabólicas recicladas y cromadas o con espejos.
- Laminas de botellas de aluminio colocadas en las paredes interiores para la reflexión del sol dentro del horno o pintura negra.
- Aislante térmico como puede ser viruta de coco o papel periódico.
- Sellador de alta temperatura de 250°C (Automotriz), o también se puede utilizar pasta de barro entre las uniones.
- Placa negra de metal, mínimo 5 mm de grosor, piedras de río para almacenar calor por más tiempo y/o arena negra de mar.
- Doble vidrio de 6 mm y 9 mm de espesor para permitir el paso de la luz solar. Si no se usa la resistencia eléctrica no es necesario el uso de vidrio templado.
- Espejos de 3mm de grosor, proporcional al tamaño de la ventana con doble vidrio y sujeto a placas de MDF
- Pintura negra o roja impermeabilizante para su exterior para ampliar el tiempo de durabilidad.
- Ruedas giratorias para redireccionar el horno solar al sol cada cierto tiempo. Es recomendable usar ruedas de caucho para todo terreno si está destinado para un uso diario.
- Clavos, tornillos, tuercas, bisagras, armellas, agarraderas, hilo para bridar, tensores de 25 kg y pegamento de contacto.

En la figura 25, se presenta un bosquejo del diseño para la construcción del horno solar ecológico.



**Figura 25. Diseño de horno solar ecológico.**

Usar materiales reciclados no disminuye su resistencia pero sí la durabilidad a largo plazo. La lluvia es una variable que repercute para cualquier cocina solar, por la incidencia de sol.

Para el uso experimental se pueden usar elementos que son de más fácil acceso y con un costo nulo o mínimo como:

- Una caja de zapatos y una caja de plancha eléctrica para ropa.
- Papel aluminio, no pintura negra para el recubrimiento interior de la caja.
- Grapas para madera en las uniones.
- Reflectores exteriores planos con aluminio y cartón para la refracción.
- Viruta de periódico para el aislamiento de la caja entre las dos cajas.
- Uno o doble vidrio de 3 mm de espesor o con una película plástica adherente grado alimenticio.
- Bandeja de metal color negro para mantener el calor por más tiempo.

En la figura 26, se muestra un ejemplo de una caja semi hermética para la acumulación térmica de radiación solar.





**Figura 26. Ejemplo de una caja térmica experimental con cajas de cartón.**

#### **FUNCIONAMIENTO DE UN HORNO SOLAR**

La revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales en su Vol. VII; La cocina solar, un sistema de aprovechamiento directo de la energía solar para cocer los alimentos junto a otras aplicaciones, publicado por la Universidad de Barcelona, en el año 2002 por el Dr. García J. estipula que esencialmente contamos con dos formas para aprovechar la radiación solar y convertirla en calor útil para cocinar. Se trata de dos principios físicos diferentes que pueden aplicarse conjuntamente: los de acumulación y los de concentración.

A continuación se describen:

- Tecnología de concentración: esta aprovecha las propiedades de reflexión de una pared parabólica y alcanza temperaturas de más de 200°C y se utilizan “estufas solares” con parábolas para la concentración de energía en un punto específico.
- Tecnología de acumulación: en esta se trata de retener la energía solar a través del efecto invernadero. En estas las temperaturas de cocción se sitúan entre los 80 y 160°C y se utilizan “hornos solares” con o sin reflectores externos.

## **QUÉ VENTAJAS Y DESVENTAJAS HAY AL UTILIZAR UN HORNO SOLAR ECOLÓGICO PARA LA REPOSTERÍA**

Como ya se ha comentado en un horno solar es posible acumular la energía que se capta gracias a la luz del sol, esto si se emplean los materiales adecuados para la conservación de calor y se cuenta con un modelo eficiente, aunado a esto siempre abran ventajas y desventajas en la utilización de una cocina solar, en el siguiente subtema se presentan las ventajas y desventajas de la utilización de un horno solar para la repostería.

### **VENTAJAS**

- Ayuda a disminuir los costos para la elaboración de masas básicas de la repostería.
- Es posible cocinar cualquier tipo de masa de repostería, con excepción de los escaldados, masas hojaldres francés o inverso y masas que requieran una fritura.
- Se pueden hornear masas quebradas, masas batidas, masas fermentadas, hojaldre directo, conservas, mermeladas, merengues, atemperar chocolate, realizar salsas dulces, compotas, almibares, deshidratados, fundir azúcar, clarificar mantequilla, elaborar mantequillas compuestas, leudar panes fermentados, y usarse como acompañantes toppings, cremas, o coberturas para los postres.
- Ayuda a la fácil digestión y buena absorción de los nutrientes ya que las temperaturas de cocción generalmente no alcanzan temperaturas excesivas permitiendo conservar ciertos nutrientes esenciales en la cocción de los alimentos y no quemarlos.
- Es posible hacerlo desmontable para poder moverlo a otras zonas geográfica y cocinar.
- Son fáciles de construir, y es posible el uso de materiales reciclados o ecológicos de bajo costo, sin afectar a las características organolépticas de los postres.
- Es una alternativa para disminuir el consumo de energías contaminantes como los hidrocarburos, leña, carbón, los cuales genera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>) o gases contaminantes.
- Un horno solar se puede usar en cualquier entorno geográfico, solo se necesita la luz del sol.

- Construir un horno con materiales ecológicos ayuda a disminuir el uso de Bisfenol A (BPA) y carbono (C) presente en la fibra de carbono, utilizados para la construcción de hornos solares.
- Se puede utilizar como recurso didáctico con niños de entre 6 y 12 años, horneando galletas, derritiendo chocolate, o malvaviscos en un pan, o como ejemplo de la atmosfera en la tierra y los gases de efecto invernadero.
- Se disminuye el uso de aceites vegetales para la elaboración de comida más saludable, libres de TBHQ, y grasas saturadas.
- Innovador ya que se utilizan materiales reciclados únicos y térmicos favorables, no usuales para la fabricación y funcionamiento de hornos solares y en la repostería se es creativo a la hora de cocinar, ya que se utiliza un equipo diferente en cocina y que podría beneficiar a un concepto o propuesta de empresa, adquiere un valor agregado.
- El uso de la radiación solar es gratis y se obtiene de diversas maneras, un ejemplo son los hornos estufas y deshidratadores solares.
- El pardeamiento enzimático de masas fermentadas si se llega a realizar.

## **DESVENTAJAS**

- Los tiempos de cocción por lo general serán el doble de tiempo de lo que se tarda en cocer una masa de repostería en estufas convencionales de gas LP.
- Su uso dependerá siempre de la intensidad de los rayos del sol, por lo que no puede utilizarse de noche.
- No es recomendable mojarlo o lavarlo con abundante agua, si es de materiales reciclados, pero si usando alcohol sanitario, antiséptico o germicida y algodón.
- Se tiene que tener mucho cuidado con el uso de la ventana doble vidrio y de los espejo reflector al utilizarse. De igual manera si es de 3mm de grosor y no templado.
- No se pueden realizar todas las masas básicas de la repostería como las escaldadas y masas que requieran cocción en medios grasos.
- Su construcción con materiales reciclados hacen que el horno solar ecológico sea pesado.

- Su temperatura máxima es de 120°C, limitando al horno S. ecológico a ciertas preparaciones.

La temperatura de un horno no depende únicamente del tiempo de exposición al sol, sino también de los materiales utilizados para su construcción, materiales que tengan la capacidad de acumular calor, su conductividad, y su capacidad térmica, sin dejar a un lado la hora a la que este se ponga a calentar; Siempre empezar la cocción a temprana hora del día beneficia a los resultados (Rincón y Lentz, 2010). Ya que la incidencia de luz proveniente del sol no depende de nosotros y esto podría ser una desventaja o ventaja dependiendo del clima.

## **BUENAS PRÁCTICAS PARA LA COCCION DE ALIMENTOS E HIGIENE ALIMENTARIA**

Al utilizar equipos de cocina alternativos como la “cocina solar” es importante tener en cuenta las normas de higiene y seguridad alimentaria que favorecen a la fiabilidad tanto del artefacto que realiza la cocción, como de la cocción del alimento ya que esta acción favorece a la digestión y absorción de los nutrientes por medio del tracto gastrointestinal o canal alimentario para la obtención de energía pero, aun mas importante a inhibir la proliferación microbiana.

Hay tres tipos básicos de microbios que afectan a la alimentación: las bacterias, levaduras y mohos. Estos a su vez pueden ser aprovechados para la fermentación de cerveza con levadura, bacterias lácticas para la fermentación de yogurth o para ciertos quesos utilizando moho. No controlados los microbios pueden estropear los alimentos (Zerner y Yerden, 2016).

Si se atiende a lo que establece la NOM-251-SSA1-2009 dichos artefactos deben realizar la cocción de alimentos a una temperatura mínima interna de 63°C (145°F) para pescados y carne de res en trozo.

68°C (154°F) para carne de cerdo en trozos; carne molida de res, cerdo o pescado.

Y máxima de 74°C (165°F) para embutidos de pescado, res, cerdo o pollo.

Ahora bien si se atiende a las temperaturas de cocción de las diferentes masas básicas de la repostería estas requieren de una mayor concentración de temperatura, para lograr los mejores resultados en el horneado, aunque curiosamente las cocción de las masas de repostería a bajas temperaturas si se lograr realizar y como referencia documental están los hornos TOLOKATSIN (Rincón y Lentz, 2010), de los primeros hornos solares a la venta en México, los cuales llevan a cabo la cocción de baguettes y panes de caja a menos de 140°C, otra de las referencias son los ingredientes que componen a las masas lo cuales no requieren de temperaturas altas para su cocción, gelatinización, pardeamiento, crecimiento o coagulación de proteínas. Pero si para obtener un mejor resultado visual.

Aunque un horno solar fabricado con materiales ecológicos no cumpla con las normas de sanidad para su venta si podría ser fabricado de forma personal; para uso familiar o experimental.

Un ejemplo de prevención del crecimiento microorganismos en el pan ha sido la adición de antimicrobianos sintético en la formulación de la receta; sin embargo desde hace algunas décadas se han implementado diversas técnicas y tecnologías diferentes, a estas técnicas se les conoce como “tecnología de obstáculos o de barreras” permiten mejoras en la seguridad y calidad, así como las propiedades organolépticas. Los obstáculos comúnmente usados en la preservación de alimentos para obtener mayor estabilidad y calidad sensorial en los alimentos son las cocciones a temperaturas bajas o altas, el control de la actividad de agua ( $A_w$ ) y la acides (pH) (Food Processors Institute, 2015).

El agua asido descrito como el enemigo de los alimentos. Todo alimento contiene una cierta cantidad de agua, pero gran parte de ella está ligada químicamente con los demás ingredientes. Es el agua disponible, también conocido como actividad de agua ( $A_w$ ), que afecta al crecimiento microbiano.  $A_w$  se mide desde uno a cero, donde él unos es el medio más activo y cero significa que no hay actividad. A medida que baja el  $A_w$  0.95 a 0,6 diferentes microbios se inhiben. Si conocemos el  $A_w$  de un producto alimenticio, podemos predecir su vida útil aproximada. El  $A_w$  de algunos cereales y derivados son: cereales en general 0,66, harina de trigo 0.70, pan blanco de trigo 0,93 – 0,97, galletas 0,30, pastelería y bollería fresca 0,89 y seca 0,69, pasta 0,50 y biscochos con frutas 0,78 (Rodríguez y Simon, 2008). También se tendrá que tener en cuenta como se guarda o almacena la producción de alimentos, entre otras.

## **COSTOS Y ENTORNO FISCAL PARA EL USO FUENTES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO**

El éxito para la introducción de una tecnología innovadora a un mercado ya existente, depende, entre otros factores, de los costos que implique adquirirla. Como es el caso del aprovechamiento de la energía solar en México, ya que a pesar de ser una fuente energética limpia, es relativamente nueva en el sector energético y la política económica o presupuestal.

Desde 2009, los costos de la energía solar han caído 70% alrededor del mundo. Esto se debe a que los costos de los generadores fotovoltaicos (FV) han bajado 58% entre 2010 y 2015 (Martinot, 2016).

Los costos también pueden verse afectados por otra variable: los impuestos. Sin embargo, en el caso de México, se estableció en el Artículo 34, Fracción XIII de la Ley de Impuesto sobre la Renta que el 100% del gasto en equipo para generación de energía proveniente de fuentes renovables, es deducible de impuestos (DOF, 2016).

No obstante, desde 2012, la importación de tecnología para generar energía solar no es libre de aranceles (DOF, 2016). La fracción arancelaria 8541.40.03 excluye del pago de impuestos de importación a los ensambles en paneles FV. Sin embargo, en las notas de la Confederación Latinoamericana de Agentes Aduanales de 2017, se establece en la sección de células solares, que la excepción de aranceles no aplica para los diodos que dirigen la corriente, mismos que están incluidos en todo panel solar

Es decir, las celdas solares no tienen aranceles, pero el panel solar, que es el conjunto ensamblado sí. Si se desea aprovechar los beneficios potenciales de la energía solar, México debe alinear sus políticas.

Por otro lado, los compromisos nacionales con la Ley de Transición Energética e internacionales como la COP 21 de París, a los que México se adscribió, buscan una generación eléctrica menos dependiente del carbono.

Lo lamentable es que a pesar de tener condiciones geográficas y climatológicas ideales para el desarrollo de la energía solar, y de tener algunos esfuerzos logrados, México continúa rezagado a nivel mundial (Limón, 2017).

## **EL CAMBIO CLIMÁTICO: CAUSAS, CONSECUENCIAS Y SOLUCIONES**

### **¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO?**

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), en una de sus publicaciones en 2018; hace constatar que en México el cambio climático es considerado uno de los problemas ambientales más importantes de nuestro tiempo, y puede definirse como todo cambio significativo en el sistema climático del planeta, que permanece por décadas o más tiempo. El calentamiento global es la manifestación más evidente del cambio climático, y se refiere al incremento promedio de las temperaturas terrestres y marinas a nivel mundial. Algunas de las razones por las cuales existe un aumento de la temperatura en la tierra, son los procesos de industrialización, iniciado hace dos siglos, lo que genera la combustión exagerada del petróleo, gasolina, carbón, y menos mencionados pero igual de injustificado; la tala de bosques y la explotación agrícola, todo esto aumenta el volumen de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Se menciona que el cambio climático puede darse por causas naturales, o como resultado de actividades humanas; entre las causas naturales que afectan al medio ambiente están los eventos volcánicos, las corrientes oceánicas y la actividad solar.

La actividad humana ha causado que muchos de los procesos industriales, requieran de la combustión mediante gasolina y quema de carbón para la generación de vapor anteriormente, entre otros. Otras actividades como la deforestación, el cambio en el uso de las tierras, la agricultura y otras actividades similares, han aumentado las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, lo que ha provocado temperaturas elevadas que modifican al clima (Madrid *et al.*, 2015).

Publicaciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2016, confirman que el cambio climático puede tener consecuencias nefastas y que es uno de los desafíos más grandes de nuestros tiempos; desde pautas meteorológicas cambiantes que amenazan la producción de

los alimentos, hasta el aumento en el nivel del mar que incrementa el riesgo de inundaciones, los efectos del cambio climático son de alcance mundial y de una escala sin precedentes.

Nos lo podrían confirmar los dinosaurios, si no se hubieran extinguido, la teoría, dominante es que no sobrevivieron cuando un meteorito gigante se estrelló contra la tierra hace 65 millones de años, levantando tal cantidad de polvo en la atmósfera que la luz solar se vio fuertemente reducida, las temperaturas bajaron precipitadamente, muchas plantas no pudieron crecer y la cadena alimentaria se desintegró, aunque se sigue pensando como teoría, aclaro.

Solucionar o reducir los efectos del cambio climático depende en gran medida de la posibilidad para generar espíritu de hacer equipo y voluntad política, con el propósito de ayudar al mundo hacer frente al cambio climático. Entre ellas:

- La reducción de las emisiones producto de la combustión del petróleo y el carbón, mediante la adopción de fuentes de energía no convencional, como la solar, eólica, caudales de agua. Para generar, usar y vender energía a CFE en común acuerdo, entre otras.
- La implementación de más superficies forestal los cuales disminuyen las concentraciones de dióxido de carbono.
- Un cambio de estilo de vida a nivel personal y de las propias normas de vida.

En general se tiene que ver la manera de seguir utilizando nuevas tecnologías pero que funcione con energías limpias, es decir, medios de transporte, producción alimentaria e industrializada con menos carbón, petróleo o gasolina.

En 1997 en la ciudad de Tokio (Japón), los países se reunieron para firmar un acuerdo internacional; El protocolo de Kioto, es una serie de medidas que pretende reducir la emisión de 6 gases de efecto invernadero. Estados Unidos no ha firmado este acuerdo a pesar de ser el mayor productor de gases de efecto invernadero, hoy en día sigue en pie el acuerdo de París en el cual Estados Unidos pretende participar, la cual entraría en vigor en el 2020 y que vendría a sustituir a el protocolo de Kioto (Madrid *et al.*, 2015).



## **DESARROLLO SUSTENTABLE; LA SOLUCIÓN ES ¿LA POLÍTICA? O ¿LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DE TRASCENDENCIA?**

La aparición del concepto desarrollo sustentable, surge durante el informe de Brund “Nuestro futuro común” (ONU, 1987), cuando se expuso la idea de que el medio ambiente y su desarrollo no pueden estar separados.

Esta idea fue analizada y aprobada por la Asamblea General de la ONU, durante su XLII sesión, en 1987. En la cual cerca de 180 jefes de estado la aprueban.

Aunque a lo largo de todos estos años se han visto incuestionables avances que reflejan los procesos de desarrollo favorables, también se puede afirmar, que la implementación de un modelo de desarrollo sustentable ha fracasado en todo el mundo y no porque el concepto en si mismo sea obsoleto, sino, sobre todo, por la falta de voluntad política de los gobiernos, la tendencia a planear considerando solo el corto plazo en la planeación y la incapacidad de la política económica para incorporar el concepto y asumir sus implicaciones (Carabias, 2013).

La gestión y consolidación de las políticas ambientales nacionales no pueden entenderse al margen con la evolución de la ciencia ecología en nuestro país y, posteriormente de las ciencias ambientales (Carabias *et al.*, 2005). En México la investigación científica se ha fortalecido de manera muy notable durante el último siglo sin embargo siguen existiendo preguntas con controversiales; ¿En México se realiza investigación científica de trascendencia para otros países? o ¿es el gobierno quien tiene la última palabra?, pero por sobre todo, nosotros tenemos la última decisión.

La generación de conocimiento que explica los fenómenos del funcionamiento de la naturaleza y su vinculación con los procesos sociales ha sido indispensable para el diseño de dichas políticas y sus instrumentos tales como el ordenamiento ecológico, la evaluación del impacto ambiental, las áreas naturales protegidas, el manejo de la vida silvestre, la restauración ambiental, entre muchos otros. Hoy día se cuenta con una solida base de datos científicos que es el mejor soporte tanto para la toma de decisiones, como para la resolución de conflictos en torno al uso de los recursos naturales.

## **BREVE CRONOLOGÍA DEL DESARROLLO SUSTENTABLE EN CHIAPAS**

En el estado de Chiapas cada vez son más los consumidores sustentables, tal demanda ha hecho que los productores agrícolas apunten a la sustentabilidad y en consecuencia nuevos programas y asociaciones que apoyan a este cambio cultural.

A continuación se presenta una breve cronología del desarrollo sustentable en Chiapas:

**Año 2004:** Se crea la Universidad Intercultural de los Altos de Chiapas, la cual está conformada por seis programas académicos Lengua y Cultura, Desarrollo sustentable, Turismo alternativo, Comunicación intercultural, Médico cirujano y Derecho intercultural; en la que destaca la licenciatura en desarrollo sustentable ya que esta se interesa en promover el desarrollo comunitario y el manejo responsable de la naturaleza en cualquier localidad.

**Año 2009:** Se crea el primer encuentro regional de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre en Chiapas, en el que se intercambian opiniones, experiencias y conocimiento sobre el potencial que tienen las tierras del sureste mexicano para la crianza y el desarrollo de la vida silvestre.

**Año 2009:** Nace la primera ciudad rural sustentable en México. El proyecto nace en el municipio de Nuevo Juan de Grijalva, esta iniciativa nace a partir de las tormentas ocurridas en octubre y noviembre de 2007, en la que miles de familias se vieron obligadas a desplazarse de sus tierras, producto de dichos fenómenos naturales. Curiosamente en Argentina existe una iniciativa similar, en la provincia de San Luis.

**Año 2013:** Se presenta el libro Los Motores del Desarrollo Sustentable en Chiapas, de Fernando Álvarez docente e investigador de la Universidad Autónoma de Chiapas, en el cual se encuentran propuestas muy concretas para el desarrollo y la modernización de algunos sistemas productivos que son característicos del el estado de Chiapas (Cultivo del café, la palma africana, la pesca, el sector forestal, entre otros).

**Año 2015:** Se crea el proyecto Ecosechas, el cual busca generar conocimiento, fortalecer capacidades, impulsar políticas públicas, y fomentar la comercialización de productos, para que los habitantes de las subcuentas que concurren con las reservas de la biosfera del Volcán

Tacana, La Sepultura, La Encrucijada, El Triunfo y con el Área de Protección de Recursos Naturales la Frailescana, se involucren en el buen manejo de la cuenca y los servicios ecosistémicos.

**Año 2017:** Se crea la alianza Todos por San Cristóbal, la cual permitió la plantación de medio millón de árboles; la instalación de una planta potabilizadora de agua que beneficiara a más de 2000 ciudadanos; conservar 100 hectáreas de terraza y suelos a través del desarrollo de huertos frutícolas, entre otros.

**Año 2018:** Dependencias de gobierno y el Colegio de Bachilleres de Chiapas, firman aval de la Carta de la Tierra, entre las dependencias se encuentra la Semahan y Semarnat. El documento permite eficiencia e incrementa el esfuerzo voluntario de promover la integridad ecológica, los derechos humanos, el respeto a la diversidad, la justicia económica y la democracia, así como la construcción de una sociedad justa, sostenible y pacífica.

Al sur de México las poblaciones rurales viven del campo y los recursos o apoyos del gobierno van destinados con ese fin. El desarrollo sustentable va enfocado a la producción de frutas o verduras orgánicas y el consumo local. Aunque en los últimos años el uso de agroquímicos y pesticidas va en aumento y la contaminación en los ríos repercute en la producción de alimentos. El uso de leña o carbón también es un problema en las comunidades rurales y que se ha tratado de mitigar con el uso de estufas ecológicas, diseñadas para ahorrar leña.

#### **CHIAPAS Y SU PRODUCCIÓN ALIMENTARIA CON CONCIENCIA**

Si bien sabemos que la contaminación siempre va existir por más mínima que sea, si podemos disminuirla haciendo las cosas a conciencia. En el departamento Sociedad y Cultura de El Colegio de la Frontera Sur (Eco sur) sea realizado un proyecto de investigación el cual lleva como nombre “Miradas sobre la vulnerabilidad en el sureste de México, en el cual se tocan temas como la mega diversidad y practicas alternativas para el bienestar”, que integra el objetivo de conocer los hábitos alimenticios y los daños que estos provocan en la salud de la población de localidades rurales de cierto municipios (Margaritas y Comitán del estado de Chiapas).

A través de estos estudios se puede observar que en algunas zonas rurales se ha consolidado, de manera gradual y rápida, la cultura global de comercialización de alimentos industrializados los cuales están modificando las prácticas y costumbres socioculturales de la población y que hasta hace pocas décadas se ha basado en una alimentación de producción y autoconsumo.

Aunque de lo anterior dicho, en los perfiles de causa de enfermedad y muerte de los municipios estudiados se observa que en los primeros lugares la diabetes, las enfermedades cardiovasculares y el cáncer, las cuales convergen con problemas como la desnutrición y la obesidad, enfermedades infecciosas como la tuberculosis e infecciones respiratorias agudas, además de padecimientos gastrointestinales, brotes de dengue entre otras. Las Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición de 1988, 1999 y 2006 han registrado prevalencias de desnutrición en muestras representativas en menores de cinco años, tal altas como 41.5 %, siendo los estados más afectados Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Yucatán (Alvares y Santana, 2018).

Las políticas y estrategias de prevención y control de daños a la salud relacionada con la alimentación no han tenido un impacto favorable en la población, esto ocasionado por la falta de análisis, una mala formulación o por ser transmitidos de manera poca clara tal parece ser.

Las población en condiciones de marginación y pobreza en la localidad de Las Margaritas y Comitán de Domínguez los conceptos de “dieta equilibrada” y “actividad física” que promueve el sistema de salud son vacíos de sentido ante su necesidad de conseguir la comida diaria (Alvares y Santana, 2018).

Los estudios de las transformaciones de las prácticas alimentarias en contexto de pobreza han privilegiado el enfoque cuantitativo; hoy en día se necesitan abordar al estudio de los daños a la salud, nutrición y seguridad alimentaria desde la perspectiva cualitativa y tomar en cuenta la voz de las personas para proponer políticas viables para los diferentes contextos del país (Alvares y Santana, 2018).

Dejando a un lado las política de salud alimentaria y los estudios socioeconómicos en comunidades rurales; también existen alternativas sustentables y ecológicas, es decir, implementar tecnológicas que trabajan con fuentes de energía renovables también son

importantes para favorecer a los buenos hábitos de alimentación, disminuir los gastos familiares, generar ingresos ciertos meses del año y a reducir la contaminación por CO<sub>2</sub>. Aunque el cambio no sea visto a simple vista, si se realizan pequeñas acciones, conscientes de lo que implica para el medio ambiente, estas harán la diferencia.

## **HIPÓTESIS**

Con la implementación de la energía solar se puede realizar la cocción de masas básicas para implementarlas en la repostería, con una calidad aceptable.

# METODOLOGÍA

## DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo por medio de un estudio con enfoque mixto secuencial, ya que de esta forma se tiene una mejor perspectiva para la formación de datos cualitativos como cuantitativos puesto que estos ayudan a estructurar y fortalecer los resultados.

La investigación se desarrollo en dos fases, documental y experimental, donde la primera requiere de una investigación y recopilación de la información que hasta el momento se ha publicado acerca de los hornos solares, los antecedentes del mismo y de las masas de repostería viables para la cocción en horno solar; partiendo de la tabla de temperatura para la cocción de masas básicas (página 24). La fase experimental se desarrolló con la construcción del horno solar ecológico (propuesto en la página 45; anexo 3.2) y en las pruebas de horneado.

Se evaluaron pruebas de acumulación de temperatura con los diferentes materiales ecológicos implementados para su aplicación en la construcción del horno solar ecológico, de igual forma se formularon las recetas a hornear variando ingredientes y cantidades, se miden los tiempos de cocción, temperatura °C, fechas, hora, entre otras pruebas de medición para la investigación. Con el objetivo de describir las características organolépticas y del grado de aceptabilidad de las masas horneadas con energía solar, se realizaron evaluaciones sensoriales con diez panelistas semi-entrenados de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. o

## POBLACIÓN

Esta investigación va dirigida a personas interesadas en el cuidado del medio ambiente especialmente al sector gastronómico.

Como una guía en áreas urbanas y rurales que deseen o requieran de la implementación de hornos solares, ya sea por diversas circunstancias geográficas, culturales, económicas, experimentales o del medio donde se encuentran, como también a pequeños empresarios que desean optar por una manera eco amigable para elaborar productos alimentarios no exclusivos de la repostería (como ejemplo: deshidratados, conservas, etc.).

## MUESTRA

Se prepararon diversas masas básicas, teniendo como punto de referencia recetas de autores de la gastronomía, que por lo general realizan cocciones a bajas temperaturas, como también de pruebas que se realizan con otros modelos de horno solar fabricados en México (TOLOKATSIN y ULOG), que sirven como antecedentes, con la finalidad de obtener resultados competentes.

## MUESTREO

La presente investigación se realizó con un muestreo no probabilístico, ya que estudios anteriores han comprobado mejores resultados (Álvarez y Paidos, 2003).

## VARIABLES

A continuación se muestran las variables de la investigación (figura 27) con enfoque mixto secuencial.

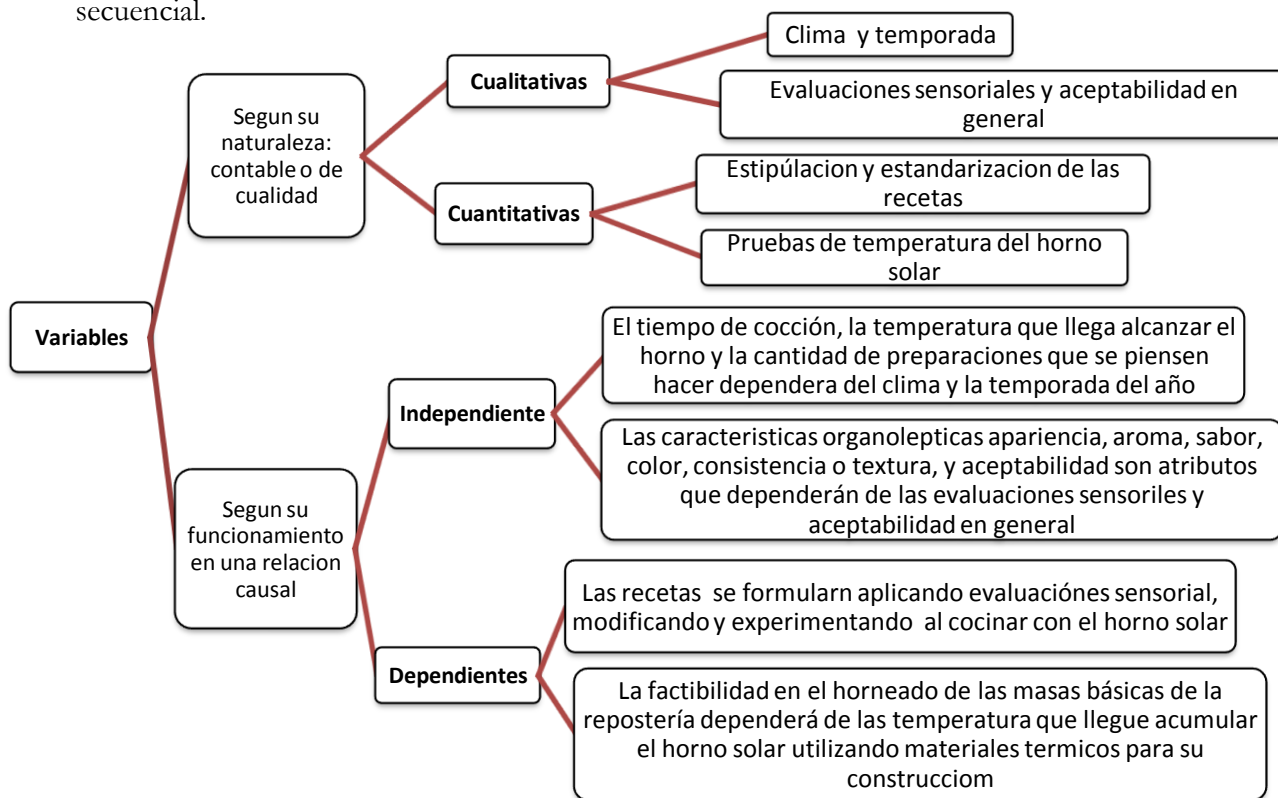


Figura 27. Diseño de las variables resultado del estudio de la investigación con enfoque mixto secuencial.



## **INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**

**Desarrollo de la investigación:** se llevó a cabo con la recolección de información documental para la construcción de un marco teórico; creando un diseño de horno solar útil, que se fabricó con materiales reciclados. De la observación y el cuestionamiento atendiéndose a la temperatura que llega acumular el horno solar ecológico en el procesos de experimentación y del resultado de horneado con las masas de básicas, formulando un registro comparativo y práctico. Los aspectos cuantitativos y cualitativos; son recabados aplicando encuesta con el fin de seleccionar y crear un grupo de panelistas semi-entrenados, quiénes evaluaron con escalas hedónicas verbales las masas, como también del analisis de los datos obtenidos en la investigación; para la realización de postres, entremés o amenidades dulces. Lo anterior se describe a continuación.

### **DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS**

**Documental:** se recolectó la información necesaria para poder elaborar un marco teórico, construir un horno solar útil con materiales reciclados, como también una recolección de las recetas más viables para su cocción.

**Experimental:** se llevó a cabo el registro de las pruebas de temperatura que logró alcanzar el horno solar con piedras de río y sin piedras, con y sin espejos reflectores y se hornearon diversas masas de repostería y panadería a temperaturas de 110°C.

**Comparativa:** se compararon las variaciones en el tiempo de cocción, peso de la porción a hornear antes y después de su cocción y los resultados visuales de la cocción en horno solar, comparado con un horno convencional.

**Práctico:** Se registraron los resultados relevantes para su cocción; temperatura acumulada en la cocción, temperatura ambiente, tiempo de cocción, hora de cocción y resultado visual.

**Encuesta:** se llevaron a cabo encuestas de consumo, nociones de ingredientes y preparaciones de la repostería, a los alumnos de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos que pertenecen al panel de evaluación sensorial de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (Anexo 1).

**Evaluación de Sensorial:** Se realizó la evaluación sensorial con diez panelistas semi-entrenados de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, por medio de papeletas con escala hedónica, en las que se evaluó el grado de aceptabilidad de las masas horneadas y una descripción de sus características organolépticas (Anexo 2).

**Análisis de los datos:** para la presentación de los resultados se utilizaron graficas lineales, de barras y radiales, con apoyo de tablas y figuras, los resultados se analizan conforme a la experimentación y comparación referenciada sin una aproximación o estadística, conforme a la secuencia de los datos que arroje la investigación.

**Formulación de las recetas para la elaboración de bocadillos:** Se formularon las recetas viables y se elaboran postres y entremés con las masas básicas que se realicen en el horno solar ecológico.

# PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

## DE LA HIPÓTESIS A LOS RESULTADOS

Partiendo de la hipótesis que dio inicio al presente trabajo de investigación se realizan pruebas de secado con merengue suizo implementando un deshidratador solar tipo casa.

El merengue es una preparación utilizada en restaurantes como complemento para postre al plato, en pastelería para encamisar biscochos (cubrir los biscochos), dar forma a los mismos y decorarlos. También es posible encontrarlo en distintos mercados de los municipios del estado de Chiapas como un dulce típico llamado turrón, se acompaña con canela en polvo, grajeas dulces, o se utiliza como relleno para un postre tradicional de la región, ejemplo en gaznates, como relleno en conos de helado, untado y envuelto en una tortilla de harina de trigo simulando una crepa rellena o taco dulce, aunque no tienen ninguna similitud con el turrón de Jijona, España.

Existen tres tipos de merengues (suizo, italiano y francés) y cada uno se prepara de forma distinta.

La elaboración de merengue suizo consiste en batir claras y azúcar en un bowl a fuego directo hasta llegar a los 70°C, esta temperatura deberá disminuir en el batido y montado de las claras a los 20 – 25 °C o temperatura ambiente para conseguir una textura consistente, esponjosa, compacta, blanca y brillante. El Restaurant LUM del Hotel Bo ubicado en la ciudad de San Cristóbal de las Casas, en el estado de Chiapas realiza la deshidratación posterior a su elaboración aplicando calor “indirecto” a dicha preparación; simulando el funcionamiento de un deshidratador solar indirecto con flujo de aire, es decir, por encima de un horno o salamandra; estos artefactos indispensables en restaurantes o cocina industrial. Se deja deshidratando tres días en una charola con la superficie cubierta de aluminio, posterior a los tres días aproximadamente el merengue suizo obtiene una textura crocante y agradable en boca.

El método tradicional para deshidratar o secar el merengue suizo es al rescoldo en hornos de barro, aunque ya existen hornos con los que se puede obtener la temperatura deseada.

Utilizando un horno convencional de gas LP el secado se realiza con la puerta del horno entreabierta y colocando la charola en la parte superior del horno a menos de 100°C y por un tiempo prolongado.

O bien puede utilizarse de forma directa posterior al montado de claras y azúcar, como un complemento en postres al plato, como cobertura para dar forma a tartas cítricas, como relleno de postres tradicionales o para elaborar pavlovas y canastas.

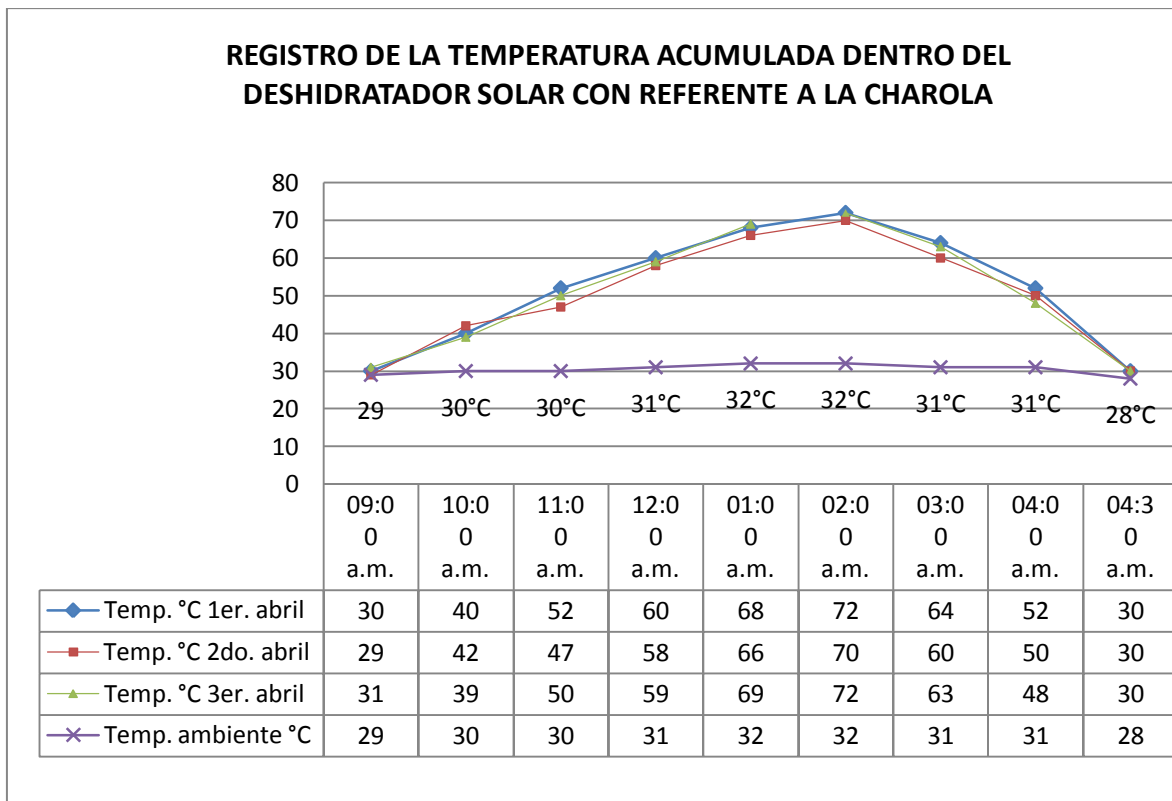
Dicho procedimiento se lleva a cabo de la misma manera, implementando un deshidratador solar tipo casa; para el secado de merengue suizo, que a comparación de los equipos de cocina convencionales, este funciona y utiliza como fuente de energía la luz radiante del sol. Los resultados se presentan en las figuras 28 a la 30 de las paginas siguientes, y tabla 8 de la pagina 72.

#### **PRUEBA 1. REGISTRO DE LA TEMPERATURA ACUMULADA DURANTE EL DESHIDRATADO SOLAR DE MERENGUE SUIZO**

El registro de temperatura se realiza con un termómetro análogo dispuesto sobre la charola como también un segundo registro dentro de una caja de cartón al tamaño del termómetro simulando la temperatura interna del producto a deshidratar, se obtuvieron lecturas de la temperatura máxima acumulada de 73°C por períodos cortos sobre la bandeja, la temperatura promedio fue de 63°C dentro de la caja de cartón, y la mínima 55°C.

En el proceso de experimentación se utiliza una charola de tamaño proporcional al deshidratador y con paredes altas, aluminio en la base de la charola y sobre el aluminio se disponen los formatos del merengue suizo a deshidratar con ayuda de una manga pastelera y duya circular, el aluminio sirve para poder desmoldar con facilidad los turroneos posterior a su secado, aunque usando la “energía solar directa” o “luz del sol” puede cumplir un doble propósito, aunque no se descarta el uso de papel encerado. Por la noche la charola se retira del deshidratador solar y se cubre con papel film o plástico.

En la figura 28, se presentan los resultados del registro de temperatura, durante el tratamiento del deshidratado de merengue suizo en el mes de abril del año 2019, mediante una tendencia lineal.




**Figura 28. Registro de las temperatura acumulada dentro del deshidratador solar.**

En la tabla 8, se presenta el registro descriptivo de las pruebas realizadas en el mes de abril del año 2019 los días uno, dos y tres de dicho mes con el deshidratador solar en el horario de invierno o natural.

**TABLA 8. REGISTRO DESCRIPTIVO DEL DESHIDRATADO SOLAR DE MERENGUE SUIZO**

Tipo de merengue	Merengue suizo
Tiempo de deshidratación	El tiempo de deshidratación fue de tres días consecutivos expuestos de 9:00 a.m. – 4:30 p.m. como se muestra en la figura anterior, cumpliendo un total de siete horas con treinta minutos aproximadamente en el deshidratador solar por día.

<p><b>Temperatura acumulada</b></p>	<p>La temperatura máxima fue de 73°C (medición de la temperatura acumulada con referente a la charola) por periodos muy cortos. La deshidratación de merengue se realizo entre los 60 – 70°C, durante los tres días (medición dentro de la caja de cartón). Aclarando que el tiempo dependerá de la radiación solar directa que haya por día.</p>	
<p><b>Fecha de la experimentación</b></p>	<p>Las pruebas se realizaron en el mes de abril del 1ro al 3er día de este mes del año 2019. En la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, del estado de Chiapas.</p>	
<p><b>No. de medición</b></p>	<p>El registro de la temperatura se realizo por tres días consecutivos, midiendo cada cuarto de hora la temperatura acumulada en la bandeja y en la caja de cartón implementando un termómetro análogo, los resultados se englobaron por hora con la finalidad de hacer notorio los cambios de temperatura acumulada referente a la charola, como se muestra en la figura anterior.</p>	

A una temperatura baja, por un tiempo prolongado y aplicando un tratamiento previo al tratamiento de deshidratación, como el que se realiza para el montado de merengue suizo se puede llegar a obtener resultados favorables aunque se podría pretender el uso de energías híbridas, mejores artefactos para la inocuidad y eficientar los procesos, ya que realizar el secado prolongado de merengue suizo con las características nutritivas de la clara de huevo pueden llevar a la proliferación microbiana, con relación a la salmonella, sin embargo utilizar azúcar en el proceso de elaboración podría inhibir proliferación de bacterias durante su secado.

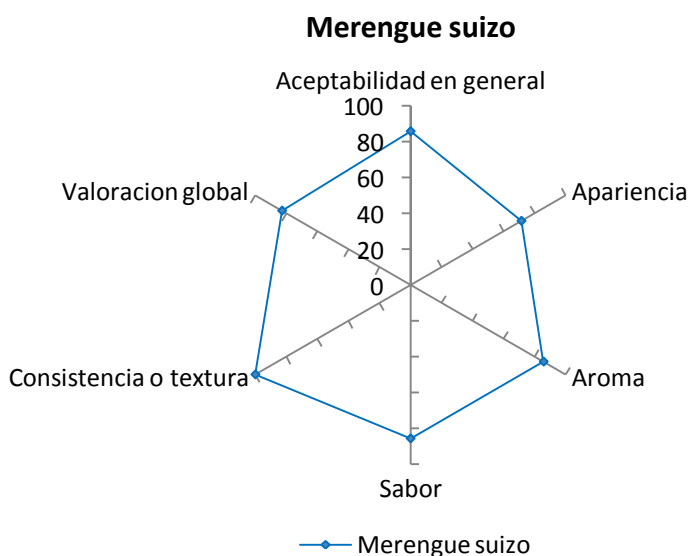
No se descarta la factibilidad del secado utilizando como fuente de energía primaria a la radiación solar directa, aunque si la inocuidad alimentaria, por el tipo de artefacto que se utiliza para su deshidratación.

## **PRUEBA 2. ACEPTABILIDAD EN GENERAL DEL DESHIDRATADO DE MERENGUE SUIZO MEDIANTE PAPELETAS DE ESCALAS HEDÓNICAS DESCRIPTIVAS**

Para la siguiente prueba se realiza una evaluación sensorial implementando papeletas de escalas hedónicas descriptivas y de aceptabilidad en general aplicado a un panel semi-entrenado pertenecientes a la comunidad universitaria de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, y a la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH.

A cada casilla de dichas papeletas se le asigna un valor numérico del 10 al 100, los resultados que se obtienen de las evaluaciones sensoriales con escalas hedónicas descriptivas se engloban para así obtener una valoración numérica global.

La figura 29 muestra la valoración numérica global, resultado de las evaluaciones sensoriales aplicadas con escalas hedónicas descriptivas del anexo 2 en la pagina 149.



**Figura 29. Resultados de las pruebas organolépticas de merengue suizo.**

La deshidratación o secado es viable, sin considerar el aspecto físico, ya que la exposición del deshidratador solar al caudal de aire libre del ambiente urbano no permitió que se conservara la forma inicial posterior al secado solar. Por medio de la figura 30 se presenta el resultado visual posterior a él deshidratado solar de merengue suizo.



**Figura 30. Resultado de la deshidratación de merengue suizo.**

La apariencia no altera a los demás atributos, los sabores y aromas se conservan. Se logra conseguir la consistencia características de un turrón. El centro pastoso característico de los turrónes tradicionales no se obtiene; se realiza un deshidratado homogéneo, este resultado tiene que ver con el tamaño de las porciones deshidratar y la temperatura de secado que no supera los 70°C; contribuyeron a un secado homogéneo.

De las evaluaciones aplicadas se observa el interés de los participantes por probar las muestras, la apreciación y valoración de estos es aceptable con un público interesado-conocedor, al evaluar la prueba habría quienes con solo comentar del uso de una energía alternativa disgustarían el compromiso de querer probarlas. Esto se puede asociar a conductas culturales propias de la investigación, ya que un grupo conocedora podría pensar distinto a lo que puede pensar un grupo aleatorio. Por lo anterior se implementa una introducción a los hornos solares a cada panelista participante.



En una cocina industrial se utilizan diversos equipos que efectúan la cocción de los alimentos a la temperatura deseada y no necesariamente a temperaturas altas, estos equipos son; los hornos de convección forzada a gas, hornos eléctricos con resistencias de inducción y regulador, deshidratadores eléctricos, etc.

Implementar artefactos pasivos que funcionan con la luz de sol directa a una cocina también podría ser de utilidad como “equipo mayor”. Diversos alimentos y sus proteínas coagulan entre los 75 - 70°C, los huevos de igual manera, sus capas proteicas se desnaturalizan a diversas temperaturas hasta llegar a los 80°C aproximadamente, y cambiar de un estado líquido a sólido.

Medios ácidos como el limón pueden llegar a desnaturalizar proteínas como la de ciertos mariscos y pescados para poder ser asimilado por el tracto digestivo, ayudando de forma estructural al cuerpo a regenerar, fabricar, y mantener nuestros tejidos como la piel.

De igual forma los nutrientes y vitaminas presentes en frutas o verduras los cuales se conservan y asimilan mejor posteriores a un tratamiento térmico como el escaldado térmico.

Y los carbohidratos que abundan en harinas de trigo, tuberculos, integrales o maíz adquieren un valor nutrimental posterior a su implementación en una preparación y cocción.

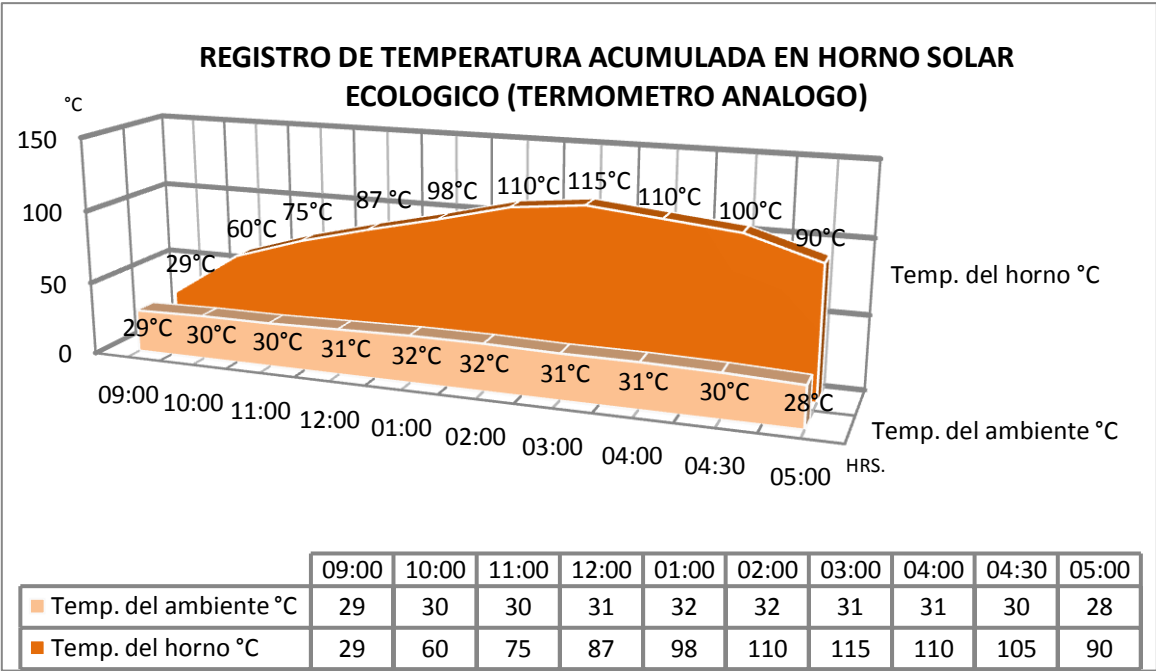
Existen infinidad de modelos para la construcción de deshidratadores solares, hornos solares de almacenamiento térmico o estufas de concentración solar, parábolas, tubos al vacío, etc., incluso se podría utilizar materiales reciclados para la construcción de este tipo de artefactos.

### **PRUEBA 3. MEDICIÓN Y REGISTRO DE LA TEMPERATURA ACUMULADA EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO (TERMÓMETRO ANÁLOGO)**

De las pruebas y obtención de resultados implementando el deshidratador solar tipo casa se tiene a bien eficientar los procesos, con el diseño y fabricación de un horno solar utilizando materiales reciclados, a continuación se exponen las pruebas pertinentes, valorando su efectividad. La construcción y diseño del horno solar ecológico se encuentra en el anexo 3.2 de la pagina 151.

Para definir las masas básicas de la repostería a elaborar se llevan a cabo pruebas midiendo el incremento de la temperatura constante que se llegase acumular en la zona de cocción, la temperatura máxima y el tiempo de calentamiento. Los resultados de las pruebas de temperatura se proyectan en tablas y figuras para dar mayor entendimiento a la lectura y valorar su efectividad.

En la figura 31 se muestra el seguimiento de la temperatura acumulada dentro del horno solar. Cabe recalcar que todas las pruebas de medición de temperatura se realizan en la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, del estado de Chiapas, utilizando un termómetro análogo dispuesto sobre una placa metálica negra y piedras de río.



**Figura 31. Registro de la temperatura acumulada dentro del horno solar ecológico (termómetro análogo).**

Se observa que la acumulación de temperatura máxima es de 115°C, 75°C mas sobre la temperatura ambiente, a si mismo se logran obtener temperaturas de 120°C aun que esta temperatura no logrará ser constante, el rango promedio de temperatura acumulada es de 115°C a 100°C a partir de la 12:00 p.m., hasta las 4:00 p.m. en un buen día (soleado), mes y temporada del año. Es importante valorar las estadísticas de la climatología, frentes fríos,

lluvias, nubosidad, las horas de mayor radiación solar, los estados con mayor radiación solar en México, e incluso hacer valoraciones personales del estado del clima de forma visual observando el entorno antes de empezar.

Para calentar y poder utilizar el horno solar ecológico es recomendable empezar a temprana hora del día, ubicarlo en un terreno plano, no terracería, de preferencia no inclinado por el movimiento de la charola o bandeja y para el mejor aprovechamiento de los rayos del sol.

Verificar al ubicarlo que la zona no cuente con edificios o árboles alrededor; por la sombra que estos producen a determinada hora del día y que obstruyen de igual forma el paso de luz solar.

Para comprobar que la redirección al sol es correcta cada 15 o 30 minutos, el horno solar ecológico no deberá proyectar su sombra a los costados, si no dé tras del horno solar una sombra muy pequeña.

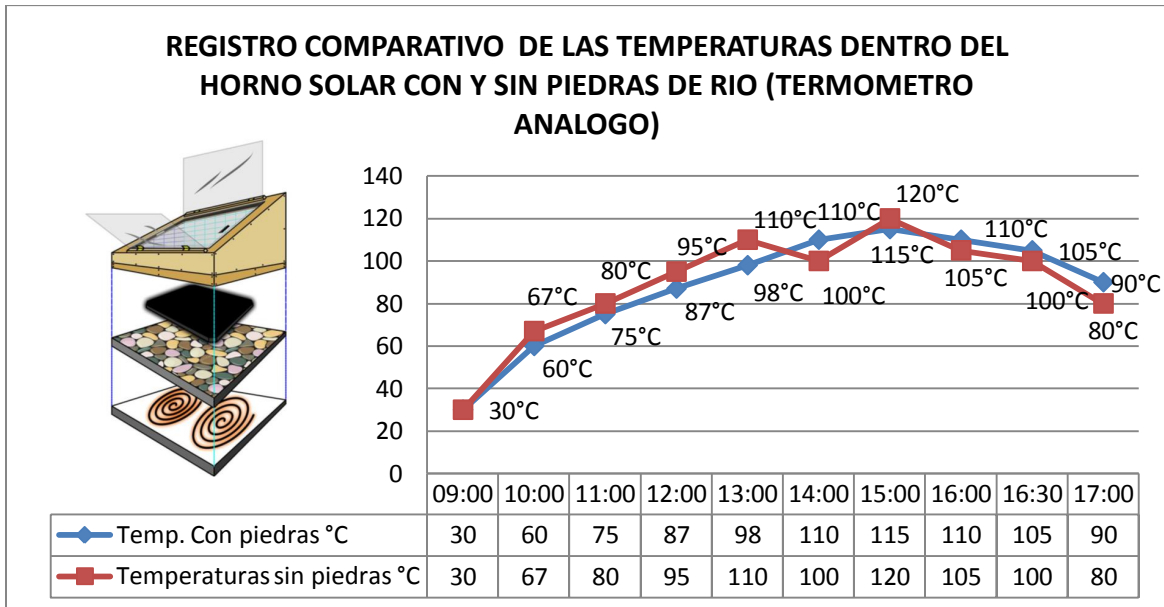
Al utilizar el horno solar ecológico se aconseja el uso de lentes de sol, ropa blanca y holgada, camisa manga larga, caballos para cocina, un cronometro para medir el tiempo y una gorra o sombreros para sol.

#### **PRUEBA 4. REGISTRO COMPARATIVO DE LA TEMPERATURA ACUMULADA EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO CON Y SIN PIEDRAS DE RIO (TERMÓMETRO ANÁLOGO)**

El primer principios de la termodinámica es la conservación de la energía (acumulación de temperatura) está a su vez puede ser transformada de diferentes formas implementando diversos materiales; al calentar materiales con una mas térmica se logra un aumento de temperatura emisor de radiación, ahora si a estos se les dota de un espacio aislado con cualidades térmicas se logra una acumulación térmica que por lo regular logra ser superior a la temperatura ambiente, y confieren la capacidad de conducir su temperatura a los objetos que estén alrededor de estos materiales, sin ser súbita la pérdida de temperatura acumulada.

El modelo de horno solar ecológico diseñado para el presente trabajo de tesis contiene piedras de rio las cuales acumulan calor proveniente de la radiación solar y lo conservan, incluso si hubiese incidencia de sol por periodos cortos de tiempo, la desventaja podría ser el calentamiento prolongado al principio de su utilización.

En la figura 32, se presenta el registro de temperatura acumulada en la zona de cocción; con y sin piedras de río.



**Figura 32. Registro comparativo de las temperaturas dentro del horno solar con piedras y sin piedras de río (termómetro análogo).**

Sin piedras de río se observa que el calentamiento es mucho más rápido pero la pérdida de calor aumenta con facilidad al quitar la ventana (doble vidrio) o puerta del horno solar. Con piedras de río la pérdida de calor es de 10°C, sin piedras la pérdida de calor es de 40°C y aunque la temperatura se recupera con o sin piedras de río, la eficiencia para mantener por más tiempo la acumulación térmica es mayor implementando piedras de río. En las pruebas con y sin espejos reflectores exteriores; la temperatura acumulada es menor y varía entre los 90°C y 95°C, resulta que los espejos reflectores aportan alrededor de 25°C a la acumulación térmica en la zona de cocción.

De las pruebas de temperatura con una resistencia eléctrica disponiéndola sobre el piso de la zona de cocción junto a las piedras de río y por debajo de la placa negra, se registra el aumento de temperaturas a 200°C aunque es importante hacer aclaraciones para su implementación ya que deberá remplazarse el doble vidrio por un doble vidrio templado para poder acumular

mayor temperatura y no quebrarse, se tendrá que hacer una estructura que sostenga a la resistencia eléctrica y aislar el circuito de cables para evitar algún percance.

Aunque no se descarta la idea de que una resistencia eléctrica puede funcionar con la energía solar, energía eólica, energía mecánica, incluso energía generada a partir de un caudal de agua con la implementación paneles solares, aerogeneradores, molinos de agua o viento, una batería o varias y un transformador de energía directa; para el presente trabajo no se implementa por motivos de fiabilidad y los costos que incrementan al utilizar vidrio templado.

Las pruebas arrojan resultados positivos; es decir, si la temperatura del horno solar es de 100°C en adelante por periodos de 2 a 4 horas los alimentos se podrán cocinar, ya que la mayoría de los alimentos, proteínas, nutrientes y estructura en general, coagulan, desnaturalizan o cocinan a menos de 90°C por un determinado tiempo y se inhiben bacterias presentes en los alimentos, pero el tiempo de cocción se duplica, y variara dependiendo del tamaño de la porción y el alimento a cocer ya sea hortalizas, carnes, leguminosas, huevos, masas de harinas, etc. un ejemplo de esto es la cocina abajas temperaturas la cual practican los chef Roca J. y Brugués S. en la cual implementan aparatos o equipo mayor de cocina como son el termocirculador<sup>MR</sup> de inmersión o baños calientes a cierta temperatura menores a los 80°C, deshidratadoras, termomix<sup>MR</sup>, extractos, fenoles, infusiones, etc., equipos y técnicas que efectúan cocciones a bajas temperaturas.

Temperaturas arriba de los 100°C se pueden obtener en todo el año si se cuenta con un modelo de horno solar adecuado para la zona geográfica, si el clima es favorable en el día y la incidencia de sol no es permanente, ya que para la utilización se depende única y exclusivamente de los rayos del sol, aunque la temperatura acumulada dentro del horno solar no tiene relación con la temperatura del ambiente, la acumulación de energía dentro del horno siempre depende del tiempo de exposición y la radiación de luz directa que emana el sol.

En la figura 33 se muestra el horno solar ecológico en pruebas, para finalizar su construcción.



**Figura 33. Horno solar ecológico, en construcción y pruebas.**

Partiendo del resultado de las pruebas de temperatura acumulada dentro del horno solar, se podrá experimentar con las masas básicas de la repostería basándose en la temperatura estándar o convencional para el horneado. Las temperaturas para el horneado convencional de las masas básicas son:

- 180°C: Masa batida pesada
- 160°C: Masa batida aireada
- 220°C: Masa hojaldre
- 200°C: Masa fermentada
- 170°C: Masa quebrada
- 220°C: Masas escaldada
- 110°C: Pavlovas/Turrones

Asimismo se anexan algunas de las temperaturas para la elaboración de preparaciones básicas que sirven como complemento para crear un postre:

- 67°C: Merengue suizo
- 117°C: Almíbar para merengue italiano
- 110°C: Merengue francés
- 75°C: Deshidratados
- 31° - 32°C: Atemperado de chocolate
- 105°C: Mermeladas
- 85°C: Compotas
- 90°C: Jarabes de azúcar y agua
- 115°C: Almíbar de azúcar y agua
- 80°C: Confitado de frutas
- Cristalizado de frutas: No es necesario calor directo, requiere de una ventilación y temperatura óptima
- 100°C: Flan napolitano
- 80°C: Ganache (para atemperar el chocolate)
- 2 - 5°C: Montado de nata o crema pastelera
- Betún de mantequilla: No es necesario calor, se elabora en frío agregando saborizantes, chocolate, infusiones de café, etc.
- 80 - 90°C: Rellenos para tartas de queso y huevo o leche como base
- 70 - 80°C: Crema pastelera

Las masas básicas viables para su cocción en un horno solar serán las que tengan la capacidad de hornearse a bajas temperaturas y no modificar los sabores como tampoco aspecto visual. Se tendrá que considerar el contenido de humedad de la receta para elaborar las masas, grasa, porcentajes de harina, o secos y líquidos en general. La cantidad de huevo será un ingrediente indispensable y a considerar en cuanto al porcentaje a utilizar, ya que este contiene proteínas y grasas, las cuales le confiere parte de su estructura a un biscocho, galleta, panes, etc. al igual que las harinas. Usar estos en exceso también podría hacer pesada a la masa, sustituir o añadir


ingredientes deberá ser a consideración, criterio y o experiencia del que esté preparando la masa a implementar.

**PRUEBA 5. COCCIÓN DE CUATRO MASAS BÁSICAS, MERENGUE SUIZO, Y FLAN NAPOLITANO (TIEMPO DE COCCIÓN, TEMPERATURA Y RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO).**

Se realizan pruebas de cocción u horneado implementando el horno solar ecológico, elaborando cuatro diferentes masas básicas de la repostería: masa fermentada, masa batida aireada, masa quebrada, masa hojaldre, un merengue suizo y flan napolitano.


La temperatura acumulada se registra cada treinta minutos por medio de una bitácora de tiempo de cocción, y teniendo como referencia la temperatura del ambiente. Los resultados de aceptación son de forma visual, basándose en los sabores característicos de las masas básicas, y aplicando evaluaciones sensoriales. El resultado de las cocciones se registra de la tabla 9 a la 15 finalizando en la pagina 86.

**TABLA 9. RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO, MASA FERMENTADA.**


Tipo de masa	Tiempo de cocción	Temperatura acumulada	Temp. ambiente	No. de medición	Resultado visual
<b>FERMENTADA</b>	12:45 a.m.	98°C	31°C	<i>1ra.</i>	
	1:15 p.m.	105°C	32°C	<i>2da.</i>	
	1:45 p.m.	110°C	32°C	<i>3ra.</i>	
	2:15 p.m.	115°C	32°C	<i>4ta.</i>	
	2:43 p.m.	115°C	32°C	<i>5ta.</i>	
La prueba fue realizada el día viernes <b>24 de agosto del año 2019</b> , en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.					




**TABLA 10. RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR E., MASA QUEBRADA SABLE.**

Tipo de masa	Tiempo de cocción	Temperatura acumulada	Temp. ambiente	No. de medición	Resultado visual
<b>QUEBRADA SABLÉE</b>	12:05 p.m.	89°C	30°C	1ra.	
	12:35 p.m.	95°C	31°C	2da.	
	1:05 p.m.	105°C	32°C	3ra.	
	1:35 p.m.	110°C	32°C	4ta.	
	2:05 p.m.	110°C	32°C	5ta.	
	2:35 p.m.	109°C	32°C	6ta.	
	2:45 p.m.	110°C	32°C	7ma.	
La prueba fue realizada el día viernes <b>05 de septiembre del año 2019</b> , en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.					


**TABLA 11. RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR E., MASA BATIDA AIREADA.**

Tipo de masa	Tiempo de cocción	Temperatura acumulada	Temp. ambiente	No. de medición	Resultado visual
<b>BATIDA AIREADA</b>	12:35 p.m.	92°C	32°C	1ra.	
	1:05 p.m.	98°C	32°C	2da.	
	1:35 p.m.	105°C	32°C	3ra.	
	2:05 p.m.	105°C	32°C	4ta.	
	2:35 p.m.	112°C	32°C	5ta.	
	3:05 p.m.	115°C	32°C	6ta.	
	3:37 p.m.	110°C	31°C	7ma.	
La prueba fue realizada el día viernes <b>23 de agosto del año 2019</b> , en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.					


**TABLA 12. RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR E., MERENGUE SUIZO.**

Tipo de masa	Tiempo de cocción	Temperatura acumulada	Temp. ambiente	No. de medición	Resultado visual
<b>MERENGUE SUIZO</b>	1:40 a.m.	108°C	30°C	1ra.	
	2:10 p.m.	112°C	31°C	2da.	
	2:40 p.m.	117°C	31°C	3ra.	
	3:10 p.m.	112°C	31°C	4ta.	
	3:40 p.m.	108°C	32°C	5ta.	
La prueba fue realizada el día jueves <b>22 de agosto del año 2019</b> , en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.					


**TABLA 13. RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR E., FLAN NAPOLITANO.**

Tipo de masa	Tiempo de cocción	Temperatura acumulada	Temp. ambiente	No. de medición	Resultado visual
<b>FLAN NAPOLITANO</b>	11:30 a.m.	87°C	30°C	1ra.	
	12:00 p.m.	91°C	31°C	2da.	
	12:30 p.m.	95°C	31°C	3ra.	
	1:00 p.m.	104°C	31°C	4ta.	
	1:30 p.m.	107°C	31°C	5ta.	
	2:00 p.m.	108°C	32°C	6ta.	
	2:30 p.m.	110°C	32°C	7ma.	
	3:00 p.m.	112°C	32°C	8va.	
	3:25 p.m.	110°C	32°C	9na.	
La prueba fue realizada el día jueves <b>05 de septiembre del año 2019</b> , en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.					

**TABLA 14. RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR E., MASA QUEBRADA BRISÉE.**

Tipo de masa	Tiempo de cocción	Temperatura acumulada	Temp. ambiente	No. de medición	Resultado visual
<b>QUEBRADA BRISÉE</b>	11:30 a.m.	92°C	31°C	1ra.	
	12:00 p.m.	95°C	31°C	2da.	
	12:30 p.m.	102°C	32°C	3ra.	
	1:00 p.m.	106°C	32°C	4ta.	
	1:15 p.m.	110°C	32°C	5ta.	
La prueba fue realizada el día jueves <b>19 de septiembre del año 2019</b> , en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.					

**TABLA 15. RESULTADO DE LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR E., HOJALDRE MÉTODO DIRECTO.**

Tipo de masa	Tiempo de cocción	Temperatura acumulada	Temp. ambiente	No. de medición	Resultado visual
<b>HOJALDRE DIRECTO DE TRES DOBLECES</b>	12:20 a.m.	89°C	30°C	1ra.	
	12:50 p.m.	94°C	31°C	2da.	
	1:20 p.m.	100°C	31°C	3ra.	
	1:50 p.m.	107°C	32°C	4ta.	
	2:20 p.m.	110°C	32°C	5ta.	
	2:50 p.m.	113°C	34°C	6ta.	
	3:20 p.m.	113°C	34°C	7ma.	
	3:50 p.m.	112°C	33°C	8va.	
	4:05 p.m.	108°C	30°C	9na.	
La prueba fue realizada el día jueves <b>18 de octubre del año 2019</b> , en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.					

La fiabilidad que posee el horno solar ecológico para cocer las masas básicas es relativa, ya que para su uso se depende única y exclusivamente del sol, al no a ver luz directa provenientes del sol por más de 1 hora las cocciones pueden ser interrumpidas. De las pruebas anteriores no hubo mayor dificultad que redirigir el horno cada 15 o 20 minutos debido al movimiento del sol, medir el tiempo de horneado y valorar la efectividad de su cocción.

Los tiempos de cocción se realizan en periodos de dos a tres horas, la cocción por lo general se empieza desde las 12:00 pm o medio día y termina entre las 3:30 pm a 4:00 pm. Al comparar la cocción de la masa quebrada sablée con la masa brisée se puede observar una cocción en menor tiempo, esto podrían asociarse al peso de la porción, la radiación solar directa, y la cantidad de los ingredientes utilizar.

Las pruebas se realizan en los meses de septiembre y noviembre de 2019. Aunque todos los meses del año el sol emite radiación solar (en mayor o menor cantidad dependiendo de la zona geográfica) la climatología ciertamente es un factor que se puede controlar, por ello se descarta medir y “estipular” la radiación solar por mes, pero si tomar en cuenta ciertos aspectos ambientales y la temporada del año.

A un cuando se sabe que la radiación solar anual en México es favorable y para el estado de Chiapas en ciertas zonas, lo mejor es consultar la información estadística climatológica de fuentes fiables y crear un criterio propio al utilizar cualquier tipo de horno solar.

Se puede asegurar que la cocción de algunas masas básicas es factible, aunque esta no sería eficiente para producciones diarias ya que se depende única y exclusivamente de la luz del sol.

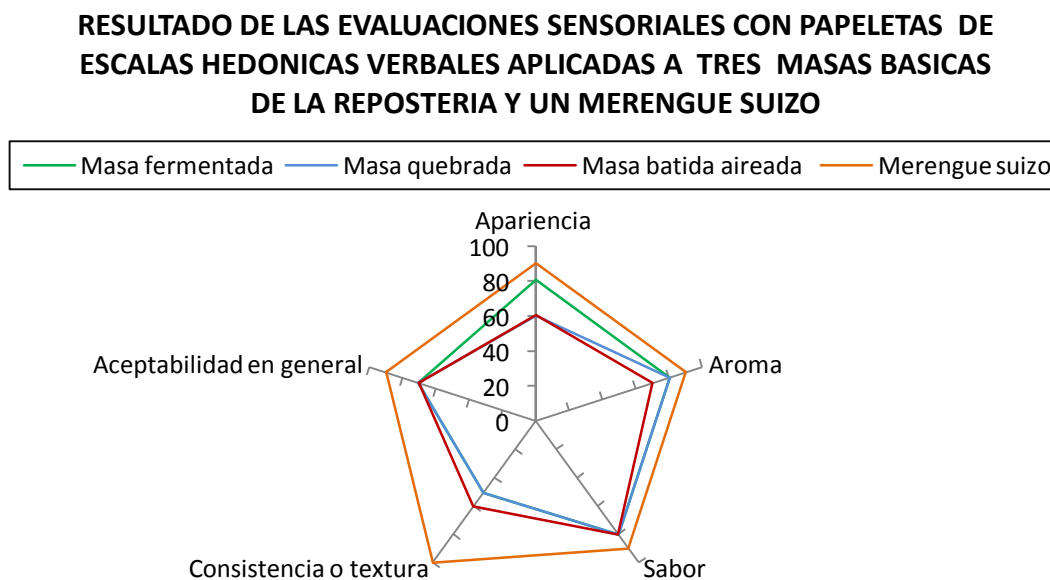
Para lograr la cocción en menos tiempo se aconseja cortar en porciones pequeñas las masas y del mismo tamaño, siempre utilizar charolas, moldes, ollas, etc. de metal o hierro con colores oscuros o negros, nunca de plástico. Al ser un artefacto que realiza la cocción a bajas temperaturas permite realizar otras tareas sin el percance de que se quemem las preparaciones. Utilizar modelos hibridas o más eficientes aumentaría la productividad y fiabilidad de estos artefactos ya que el modelo de horno se atiene a la incidencia de luz solar al ser difusa por las nubes. No se puede descartar la posibilidad de que un horno solar podría beneficiar al sector urbano, a familias de escasos recursos; de modo experimental en escuelas rurales, o como un

estilo de vida más o dicho de otra forma para bien de todos “No podemos depender solo de una fuente o recurso energético, es favorable el uso de energías híbridas y alternativas, esto también es parte de un cambio de cultural ambiental”.

## EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MASAS DE REPOSTERÍA VIABLES PARA LA COCCIÓN EN HORNO SOLAR ECOLÓGICO

Con los resultados de las pruebas anteriores se implementan evaluaciones sensoriales mediante papeletas de escalas descriptivas y de aceptación en general de la pagina 149; anexo 2, es importante aclarar que por motivos climatológicos y de la disponibilidad de horario entre los diez panelistas seleccionados los cuales son ajenos al presente trabajo de investigación no se aplican evaluaciones sensoriales a todas las masas, resultado de la cocción en horno solar.

En la figura 34 se presenta una grafica radial con los resultados de las evaluaciones sensoriales con escalas hedónicas verbales aplicado a tres masas básicas y un merengue suizo. La papeleta y la encuesta utilizada se encuentran en los anexos 1 y 2.

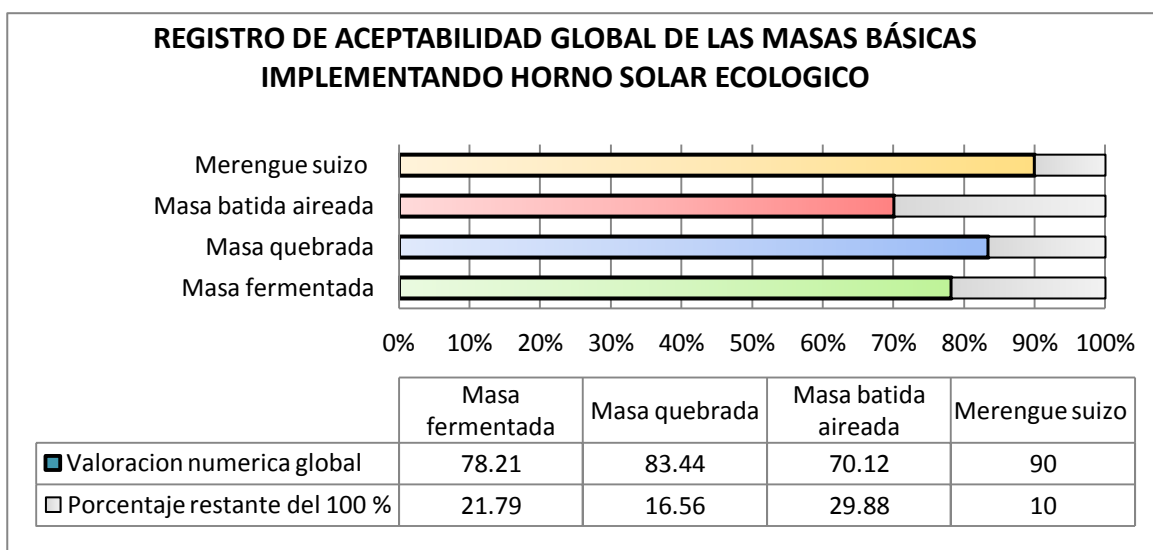


**Figura 34. Resultados de las evaluaciones sensoriales con papeletas de escalas hedónicas verbales aplicadas a las masas básicas de la repostería.**

Durante las pruebas los panelistas coinciden en los resultados de sabor, comentan que el sabor que perciben es natural de los ingredientes, la cocción a bajas temperaturas no altera los sabores, aunque debido a la cocción a bajas temperaturas el aspecto visual sería una desventaja pero no de reprobación, se comenta que podrían ser más atractivos a la vista y paladar utilizando complementos.

Las evaluaciones sensoriales y la elaboración de estas se llevan a cabo en el mes de septiembre del año 2019 y cada muestra se hornea un día antes de las evaluaciones. El mes de octubre el clima no es favorable, y en noviembre solo se puede aprovechar los últimos días del mes por lo que se concluye con las evaluaciones sensoriales. Aunque la radiación solar anual en México es favorable para el uso de este tipo de artefactos o instrumentos, no en todos los meses o días del año se podrá utilizar, ya que la utilidad y eficiencia de un horno solar depende del tiempo de exposición a la radiación solar directa y no de la hora que este se ponga a calentar.

En la figura 35 se expone una grafica de barras con el registro de aceptabilidad global, resultado de las evaluaciones sensoriales aplicadas con papeletas de escalas hedónicas verbales.



**Figura 35. Registro aceptabilidad global de las masas básicas implementando horno solar ecológico.**

Se analizan los resultados de la evaluación sensorial y se llevan a cabo promedios teniendo como referencia al 1 y 10% como valor máximo, el valor de cada casilla es asignado con el

1.43% teniendo un total de 7 casillas y 5 filas de descriptores; que al dividir 10 entre 7 (casillas) dan el valor asignado a cada casilla y al multiplicarse por 7 dan un 10% como promedio máximo, al proyectar dicho resultado en la figura 35, esto se exponencializa al 100% y se engloban en un solo resultado a las 10 papeletas hedónicas por cada masa evaluada; es el resultado de la suma del valor asignado a las casillas marcadas por papeleta entre 5 (numero de filas por papeleta) y se obtiene la \*valoración global, se suman las 10 valoraciones globales y se registra como aceptabilidad global por masa.

Se podría considerar a estos instrumentos que funcionan con la luz del sol, poder hacer dinámica y benéfica a la gastronomía, es decir podemos hacer un biscocho con la energía radiante del sol, pero decorarlo con almibares, ganache, merengues, compotas, etc. preparaciones hechas con otras fuentes de energía como es el gas LP, leña, incluso con estufas solares o deshidratadores solares que puedan funcionar con energías renovables y que dichas fuentes de energía sean primarias y estén al alcance de nuestras manos; caudales de agua (hidráulica), de aire (eólica), energía mecánica, etc. siempre de la mano con las energías híbridas. Un buen reto a nivel personal y para las comunidades marginadas ya sea rural o urbana sería hacer competir a los productos deshidratados, conservas, embazados en general con la industria alimentaria, utilizando solo fuentes primarias de energías renovables.



**Figura 36. Cubículos para evaluaciones sensoriales de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos en CU UNICACH.**



## CREACIÓN DE POSTRES Y ENTREMÉS CON LAS MASAS HORNEADAS UTILIZANDO EL HORNO SOLAR ECOLÓGICO

A continuación se presenta diversos postres y entremés que se elaboran a partir de masas básicas de la repostería horneadas en el horno solar ecológico.



Figura 37. Cocción de masa fermentada en horno solar ecológico (pan blanco).





Figura 38. Cocción de masa fermentada en horno solar ecológico (pan blanco).

## RECETA 1. PAN BLANCO (MASA FERMENTADA)

### PAN BLANCO

(MASA FERMENTADA)  
PARA 12 PORCIONES DE 20 G CADA UNA

#### INGREDIENTES

INGREDIENTE	CANTIDAD	UNIDAD
Harina	0.220	g
Azucar	0.030	g
Huevo	0.080	g
Sal	0.016	g
Agua	0.080	L
Leche entera	0.020	L
Manteca de cerdo	0.020	g
<b>PARA LA FERMENTACION</b>		
Levadura seca	0.016	g
Agua tibia	0.030	L
Azucar	0.010	g

#### PROCEDIMIENTO:

1. En una taza o cuenco activar la levadura con ayuda de agua tibia sin pasar los 30 - 33°C y alimentando con el azucar. Reposar el prefermento en un lugar calido por al menos 12 hrs o hasta que empiece agenerar burbujas; actividad propia de las levaduras.
2. En un bowl, colocar y mezclar harina, azucar , sal y el pre fermento diluido en 30 ml del agua. El resto de agua, huevo y leche se incorporan al final, la cantidad de huevo y leche se agrega toda y la cantidad de agua se ira incorporando hasta hidratar a la masa lo suficiente.
3. Se mezclan los ingredientes amazando rapido y evitando tocar con la palma de la mano a la masa, por 5 a 7 minutos solo la primera vez, reposar y realizar este paso 5 veces cada 10 minutos, por 15 segundos sin amazar de mas.

**\*La tecnica de reposado; consiste en incorporar los ingredientes y hacerlos omogeneos pero, amazando lo menos posible, ya que esta sera trabajada o “amasada” por las propias levaduras y la desgasificacion o ponchado de la masa cada 10 minutos, durante los 10 minutos esta reposara a temperaturas de 32°C, para que las levaduras sigan**

**trabajando a temperaturas optimas. Este paso se realizo 5 veces cada 10 minutos. Es un proceso tardado pero con el que se optine una miga con presencia de alveolos grandes y como consecuencia esponjoso; resultado del horneado en hornos convencionales o de conveccion forzada.**

4. Posterior a los 10 minutos del quinto reposado, se le da el formato deseado a la masa y se reposa a temperaturas de 32°C, hasta que doubles su volumen. Minutos antes del horneado y con ayuda de una brocha para cocina empapar con agua a los formatos de masa fermentada.
5. Se hornean cuando el horno solar alcance los 110°C, por aproximadamente dos horas con treinta minutos. Para finalizar retirar del horno solar y dejar reposar 15 a 20 minutos.

**\*Guardar en domos para pan, bolsa de papel, o en un recipiente hermeticos de plastico.**

**\*Los espejos reflectores siempre deberan redirijir los rayos del sol a la bandeja de la zona de coccion. Para las masas fermentadas es recomndable girar la charola de los panes a mitad de la coccion para conseguir que todas las piezas se doren, tambien se pueden realizar las cocciones en ollas negras y con tapa, enharinando el piso y paredes del recipiente.**

Se pueden realizar panes dulces, salados, con deshidratados de hortalizas, semillas, incluso hacer baggets para acompañar diferentes preparaciones, crear pequeños bocadillos salados o dulces con bases de pan.



**Figura 39. Pan blanco con aderezo de chipotle, jamón de pavo, aguacate, escabeche de serrano y tomate bola.**



Figura 40. Deshidratado de merengue suizo en horno solar ecológico.



**Figura 41. Merengue suizo deshidratado en horno solar ecológico (turrón seco y cardamomo).**





**Figura 42. Merengue suizo deshidratado en horno solar ecológico (canastas de turrón seco y cardamomo).**

## RECETA 2. MERENGUE SUIZO (MERENGUE: MÉTODO DIRECTO)

### MERENGUE SUIZO

(MERENGUE: MÉTODO DIRECTO)  
PARA 12 CANASTAS DE 5CM DE DIÁMETRO

#### INGREDIENTES

INGREDIENTE	CANTIDAD	UNIDAD
Cardamomo	0.005	g
Azucar	0.120	g
Clara de huevo	0.180	g

#### PROCEDIMIENTO:

**\*Para la elaboracion y montado de merengue suizo se aplica metodo directo, que a continuacion se describe.**

1. En un bowl, batir a fuego directo y con ayuda de un batidor globo claras, azúcar y cardamomo, hasta llegar a los 68°C, sin llegar a cocer las claras.
2. A los 68°C, seguir batiendo hasta montar las claras a punto turrón con ayuda de un robot o batidora, disminuyendo la temperatura del bowl a temperatura ambiente con movimientos lentos y finalizando con un batido enérgico o rápido, hasta obtener una textura densa y que de esta se puedan formar picos rígidos.
3. Pasar el merengue suizo a una manga pastelera, con duya o sin duya.
4. En charolas para hornear colocar hojas de papel encerado o aluminio y con ayuda de la manga pastelera hacer las figuras deseadas.

**\*El tercer paso puede omitirse; usando una cuchara y una espátula para hacer los formatos, por lo general pavlovas personales o clásicas.**

5. Calentar previamente el horno solar hasta llegar a los 100°C, introducir el merengue a la zona de cocción por aproximadamente dos horas treinta minutos. Para finalizar retirar del horno solar y dejar reposar 15 minutos a temperatura ambiente, evitando los lugares ventilados.



**\*Guardar en botes de plástico de medio litro o de litro con tapa a temperatura ambiente, no en lugares húmedos.**

**\*Se puede sustituir papel encerado por papel aluminio para mejorar la eficiencia del deshidratado en el horno solar.**

Esta preparación tiene un periodo largo de vida en anaquel y se puede utilizar como complemento en un postre al plato, para acompañar pequeños bocadillos dulces (creme brulée o verrines), también sirve como endulzante para una taza de café o té, o para servir posterior a una comida.



**Figura 43. Merengue suizo deshidratado en horno solar ecológico (turrón seco y cardamomo).**



Figura 44. Merengue suizo deshidratado en horno solar ecológico (Canastas de turrón seco, fresa, dulce y chocolate).



**Figura 45. Canastas de merengue suizo deshidratado en horno solar ecológico (merengue seco, fresa y coco deshidratado) en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería CUCEI.**



**Figura 46. Cocción de masa batida aireada en horno solar ecológico (genovesa con vainilla).**





**Figura 47. Rebanada de biscocho genovesa resultado de la cocción en horno solar ecológico.**

### RECETA 3. GENOVESA (MASA BATIDA: AIREADA)

## GENOVESA

(MASA BATIDA: AIREADA)  
PARA 1 BISCOCHO CON MOLDE DE 18CM DE DIAMETRO

### INGREDIENTES

INGREDIENTE	CANTIDAD	UNIDAD
Harina	0.110	g
Azucar	0.100	g
Huevo	0.190	g
Esencia de vainilla	0.025	ml
Cardamomo	0.005	g
Polvo para hornear	0.0010	g

### PROCEDIMIENTO:

**\*Para la elaboracion de la masa genovesa se lleva acabo con metodo directo; consiste en levantar a las claras del huevo con todo y yemas, azucar, aromaticaos y esencias; por ultimo se agrega harina tamizado junto con royal en dos tantos con ayuda de un miserable de forma envolvente.**

1. Con un robot con batidor globo montar a punto liston claras, yemas, junto con cardamomo y esencia de vainilla, agregar azucar con ayuda de un cernidor.
2. Seguir batiendo hasta doblar el volumen de las claras y las yemas.
3. Con un cernidor incorporar harina y polvo para hornear a la mezcla de huevos en dos tantos, no de golpe, de manera envolvente y con ayuda de una miserable.
4. Engrasar y enharinar un molde para biscochos, de preferencia de 18 cm ya que la receta esta adaptada para este molde.
6. Se hornean cuando la temperatura del horno solar alcance los 110 °C para resivir una cantidad considerable de calor al inicio de su coccion. El tiempo de coccion es de aproximadamente dos horas con treinta minutos. Para finalizar retirar del horno solar y dejar reposar de 5 a 10 minutos, desmoldar sin voltear el biscocho y dejar reposar 20 minutos mas.

**\*Guardar en recipientes de plastico o domos para pan. Si el biscocho se envina o encamisa posterior a la coccion guardar en la nevera.**

**\*Para el horneado es recomendable utilizar moldes enharinados color negro de 18 cm y desmontables, en su defecto hollas negras con tapa del mismo color para disminuir el tiempo de cocción, siempre y cuando la mezcla no rebase la mitad del molde.**

Se puede realizar pasteles con este tipo masa batida, agregar coberturas de chocolate, encamizar con crema montada o betun, como bocadillos, troncos o brazos gitanos o crear postres al plato, se puede añadir granos de elote, cocoa, tres leches aunque no se recomienda ingredientes o saborizantes con menor densidad que el de la masa, de preferencia secos y semilíquidos y no complementos líquidos.





**Figura 48. Biscocho genovesa (masa batida aireada) resultado de la cocción en horno solar ecológico.**



Figura 49. Genovesa de vainilla y ganache 75% cacao.



**Figura 50. Cocción de masa quebrada sablée (galletas con cascara de naranja, cardamomo y dulces) y flan napolitano en horno solar ecológico.**

## RECETA 4. GALLETAS DE CARDAMOMO, NARANJA Y DULCES (MASA QUEBRADA: SABLÉE)

### GALLETAS DE CARDAMOMO, NARANJA Y DULCES

(MASA QUEBRADA: SABLÉE)  
PARA 40 GALLETAS DE 20 G CADA UNA

#### INGREDIENTES

INGREDIENTE	CANTIDAD	UNIDAD
Harina	0.230	g
Sal	0.005	g
Royal	0.020	g
Mantequilla	0.120	g
Azucar estandar	0.100	ml
Huevos	0.050	g
Esencia de vainilla	0.015	ml
Ralladura de naranja	0.005	g
Cardamomo	0.003	g
Grajeas de colores	-	g

#### PROCEDIMIENTO:

**\*Para la elaboración de masas quebradas se aconseja trabajarla en frio, ya que contienen una cantidad de grasa considerable la cual a temperatura ambiente se derrite y no se obtienen resultados favorables, también el amasado en exceso influye ya que en la elaboración de estas masas se trata de evitar desarrollo de gluten o proteína característico en harinas, con la finalidad de poder conseguir masas crocantes.**

1. Con ayuda de un miserable o batidora con pala acremar mantequilla fría y azúcar, hasta obtener un color blanco o marfil en la preparación.
2. Al acremado de mantequilla y azúcar incorporar esencia de vainilla, huevo entero, ralladura de lima, cardamomo en polvo y sal. Seguir mezclando con la batidora hasta obtener una mezcla homogénea y refrigerar por 15 minutos.
3. Por último agregar harina, y royal previamente tamizado, mesclar con ayuda de dos espátulas o raspas metálicas hasta conseguir una masa homogénea.
4. Refrigerar 45 minutos, estirar con ayuda de un rodillo y con cortadores dar el formato deseado a la masa.

5. Sobre una charola colocar papel encerado y los formatos de masa previamente cortada. Volver a refrigerar según el tiempo que haya estado fuera del refrigerador.
6. Hornear cuando el horno alcance los 100°C, en frío y con un barniz de yema de huevo, por dos horas cuarenta minutos. Para finalizar retirar del horno y dejar reposar 15 minutos a temperatura ambiente.

**\*Guardar en bolsa de plástico resellables, bolsas de celofán o botes de plástico, de medio o de litro.**

**\*Se recomienda usar charolas negras para el horneado, y el barniz del huevo para obtener un color aceptable. Como también hacer tubos con la masa quebrada y refrigerar, para así aprovechar la luz del sol y trabajar rápido el formato a hornear de la masa, evitando estirar la masa y así solo cortar los tubos de masa en rodajas con ayuda de un cuchillo antes de su horneado.**

**\*Para una masa sable se podría sustituir a las raspas o espátulas por un robot con un batidor de pala o un batidor desmontable con batidor globo de cuatro varillas.**

Se pueden realizar pasteles de galleta con este tipo de masa, agregar distintos sabores sin dejar a un lado el contenido de agua o materia grasa, cocoa, extractos, cascaras de cítricos, para realizar tartas de queso o frutos, tarte tin, pumpkin pie, tierras para helados, para postres al plato, bases para petit fours, o postres de mostrador.





**Figura 51. Resultado de la cocción galleta de cardamomo con cascara de naranja y grajeas dulces en horno solar ecológico (masa quebrada: sablée).**

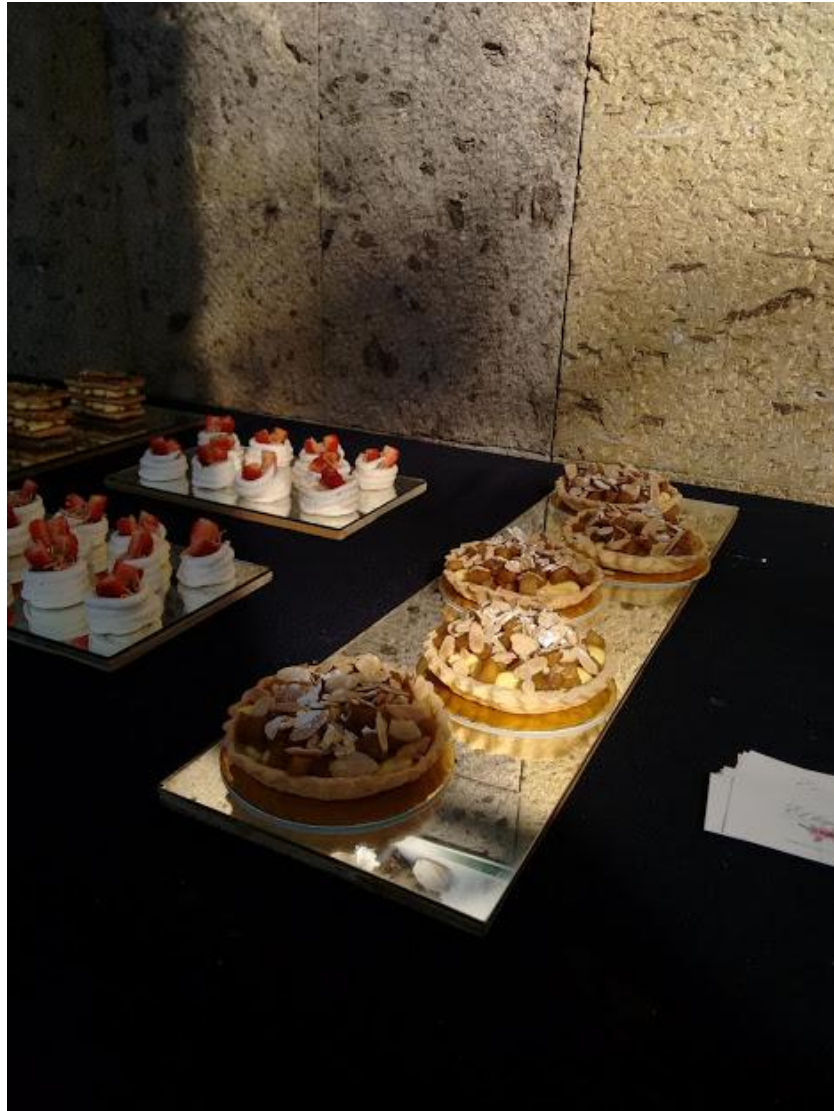


Figura 52. Tarta de crema pastelera y almendra tostada (brisée), en Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería



Figura 53. Mesa de postres en Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería CUCEI (masas básicas horneadas con el sol y merengue suizo).





Figura 54. Cocción de flan napolitano en horno solar ecológico.

## RECETA 5. FLAN NAPOLITANO O ESPAÑOL (MEZCLA BATIDA CUAJADA)

### FLAN NAPOLITANO O ESPAÑOL

(MEZCLA BATIDA CUAJADA)  
PARA UN MOLDE DE 18 CM DE 8 REBANADAS

#### INGREDIENTES

INGREDIENTE	CANTIDAD	UNIDAD
Huevo	0.200	g
Leche evaporada	0.360	ml
Leche condensada	0.380	ml
Queso crema	0.75	g
Vainilla	0.018	ml
Azucar	0.070	g

#### PROCEDIMIENTO:

1. En un sartén o coludo fundir azúcar y pasar a un molde de 18 cm no desmontable, reservar.
2. En una licuadora agregar todos los ingredientes restantes y licuar hasta conseguir una mezcla homogénea, pasar la mezcla al molde con caramelo.
3. Cubrir el molde con papel film y aluminio, hornear a baño maría, de preferencia en ollas negras con tapa negra.
4. Hornear cuando el horno solar alcance los 110°C, por tres horas cuarenta y cinco minutos. Por último retirar del horno y dejar enfriar a temperatura ambiente y reservar en refrigerador 2 hrs.
5. Desmoldar y comer en frío.

**\*Guardar en el refrigerador en domo para pastel o en un plato extendido con domo.**

**\*Con el objetivo de crear un vacío en la cocción dentro del molde y realizar el horneado solar en menos tiempo, se realiza el doble recubrimiento con film y aluminio al molde a utilizar. Los moldes deberán tener un borde pronunciado para poder sujetar al aluminio y al papel film.**

**\*Pueden utilizarse tapas transparentes si se usan ollas para el baño maría, pero se recomiendan de color negro para generar una mayor acumulación térmica.**

Con dicha preparación se pueden realizar postres al plato utilizándolo como preparación principal, suele combinarse con biscocho de chocolate, tierras de galleta y semillas, con leche quemada o frutos rojos. También se pueden hacer berrines con base de flan o consumirlo como un entremés.



Figura 55. Resultado de la cocción de flan napolitano en horno solar ecológico.



**Figura 56. Cocción de masa quebrada briséé (galleta con canela y ralladura de naranja).**

## RECETA 6. GALLETAS DE NARANJA Y CANELA (MASA QUEBRADA: BRISÉE)

### GALLETAS DE NARANJA Y CANELA

(MASA QUEBRADA: BRISÉE)  
PARA 50 GALLETAS DE 15 G CADA UNA

#### INGREDIENTES

INGREDIENTE	CANTIDAD	UNIDAD
Harina	0.250	g
Sal	0.005	g
Royal	0.020	g
Mantequilla	0.135	g
Azucar glass	0.100	ml
Huevo (extra para barniz)	0.100	g
Esencia de vainilla	0.015	ml
Ralladura de naranja	0.005	g
Canela en polvo	0.007	g

#### PROCEDIMIENTO:

**\*Para la elaboración de masas quebradas se aconseja trabajarla en frío, ya que contienen una cantidad de grasa considerable la cual a temperatura ambiente se derrite y no se obtienen resultados favorables, también el amasado en exceso influye ya que en la elaboración de estas masas se trata de evitar desarrollo de gluten o proteína característico en harinas, con la finalidad de poder conseguir masas desmoronables.**

1. Con ayuda de un miserable o batidora con pala acremar mantequilla fría y azúcar, hasta obtener un color blanco o marfil en la preparación.
2. Al acremado de mantequilla y azúcar incorporar esencia de vainilla, huevo entero, ralladura de naranja, cardamomo en polvo y sal. Seguir mezclando con la batidora hasta obtener una mezcla homogénea refrigerar 30 minutos.
3. Por último agregar harina y royal previamente tamizado. Mesclar con las manos hasta conseguir un arenado grueso. Trabajar muy rápido la masa con ayuda de la yema de los dedos y sin aplicar demasiado calor con la palma de la mano.
4. Refrigerar 45 minutos, estirar con ayuda de un rodillo y con cortadores dar el formato deseado a la masa.

5. Sobre una charola colocar papel encerado y los formatos de masa previamente cortada. Volver a refrigerar según el tiempo que estuviese fuera del refrigerador.
6. Hornear en frío y cuando el horno alcance los 100°C, por dos horas cuarenta minutos aproximadamente. Para finalizar retirar del horno y dejar reposar 15 minutos.

**\*Guardar en bolsa de plástico resellables, bolsas de celofán o botes de plástico, de medio o de litro.**

**\*Se recomienda usar charolas negras para el horneado, y el barniz del huevo para obtener un color aceptable. Como también hacer tubos de la masa cruda y refrigerar ya que se ahorra tiempo al no estirar la masa y así solo cortar los tubos de masa fría en rodajas con ayuda de un cuchillo antes de su horneado. Se elaboran más rápido los formatos a hornear.**

Se pueden realizar pasteles de galleta con este tipo de masa, galletas personalizadas, tartas de queso o frutos, tierras para helados o para postres al plato, crumble de semillas o deshidratados, como base de pequeños postres, o postres de mostrador. Agregar extractos para dar sabor, ralladura de cítricos o coco, tropezos semillas, chocolate, etc.





**Figura 57. Resultado de la cocción de galleta de naranja y canela en horno solar ecológico (masa quebrada: brisé).**





Figura 58. Galleta de naranja y canela en horno solar ecológico (masa quebrada: brisée).



Figura 59. Tubos de masa quebrada: briséé.



Figura 60. Formato de masa quebrada: brisée.



Figura 61. Cocción de masa quebrada: briséé, en horno solar ecológico.





Figura 62. Pastel de galleta con cardamomo, duraznos caramelizados, nata montada y dulces con chocolate (masa quebrada: briséé).



**Figura 63. Resultado de la cocción de hojaldre directo en horno solar ecológico (hojaldre directo de tres dobleces).**

## RECETA 7. MIL HOJAS CON MOUSSELINE (HOJALDRE DIRECTO DE TRES DOBLECES)

### MIL HOJAS CON MOUSSELINE

(HOJALDRE DIRECTO DE TRES DOBLECES O TRADICIONAL)  
PARA 27 PORCIONES DE 15 X 8 CM O UN PASTEL DE 25 X 12 CM

#### INGREDIENTES

INGREDIENTE	CANTIDAD	UNIDAD
Harina	0.550	g
Agua	-	ml
Sal	-	g
Mantequilla	0.450	g
<b>PARA MOUSSELINE</b>		
Yemas	2	Pza.
Azucar estandar	0.090	g
Harina de Arroz	0.022	g
Harina de trigo	0.022	g
Leche entera	0.450	ml
Grenetina	0.005	g
Mantequilla	0.480	g
Esencia de vainilla	0.020	g

#### PROCEDIMIENTO:

**\*Se aconseja trabajar la mantequilla lo más fría posible ya que esta masa contiene una cantidad de grasa considerable la cual a temperatura ambiente se funde y dificulta unir la masa con la mantequilla.**

1. Elaborar una masa simple con harina, agua y una pizca de sal, amasar hasta desarrollar el gluten propio de la harina y reservar a 8 o 10 °C.

**\*La cantidad de agua a usar dependerá de la harina y la hidratación de la misma.**

2. Con ayuda de un rodillo estirar la mantequilla fría en una película de papel film, hasta obtener 3 mm de grosor (siempre cuidando que la mantequilla no pierda su temperatura de entre 8 y 10°C) reservar en la nevera envuelta en el film 25 minutos.
3. Estirar la masa simple y envolver con esta a la mantequilla, dar un doble sencillo y estirar, repetir el doble sencillo y refrigerar 45 minutos.

4. Posterior a los 45 minutos, dar el formato deseado, colocar en charolas espolvoreando azúcar o almíbar y hornear hasta que el horno solar alcance los 110°C por tres horas.

**\*La masa o pasta hojaldre requiere de temperaturas altas para su cocción, por lo que esta preparación se podrá realizar en un horno solar cuando el día o temporada sea favorable y se pueda obtener redición directa y no difusa por periodos largos de tiempo.**

**\*No se recomienda dar tantos dobleces, con dos o tres son suficientes, para no juntar de más la mantequilla con la masa.**

Se pueden realizar pasteles de mil hojas, bases para fiambres o aperitivos, entradas, postres tradicionales, como base para helado, tierra para postres al plato, o como un súper alimento incorporando semillas o deshidratados.





Figura 64. Elaboración de Napoleón con mousseline (hojaldre elaborado en horno solar ecológico).



Figura 65. Napoleón con Mousseline (hojaldre elaborado en horno solar ecológico).

## RECETA 8. PIZZA DEL HUERTO (MASA FERMENTADA)

### PIZZA DEL HUERTO

(MASA FERMENTADA)

PARA 1 PIZZA RECTANGULAR DE 8 PZA.

#### INGREDIENTES

INGREDIENTE	CANTIDAD	UNIDAD
Harina	0.300	g
Levadura seca	0.008	g
Agua tibia	0.140	ml
Sal	0.005	g
Aceite de oliva	0.025	ml

#### PROCEDIMIENTO:

1. En una taza o cuenco activar la levadura con ayuda de agua tibia y una pizca de azucar, sin pasar los 30 - 33°C. Reposar 15 minutos.
2. En un bowl, colocar y mezclar harina, sal y la levadura activada. El resto de agua, y aceite se incorporan al final hasta hidratar a la masa lo suficiente.
3. Se mezclan los ingredientes amasando, hasta conseguir una masa lisa y elástica.
4. Dejar reposar 1 hora. a temperatura ambiente, o hasta que doble su volumen. Ponchar y estirar sobre una charola rectangular.
5. Darle una pre-cocción a la masa cuando el horno solar alcance los 100°C. Hornear por una hora, retirar del horno para agregar la salsa de tomate a elección y vegetales rayados, como zanahoria, calabaza, betabel, o quesos con alto contenido en grasa para gratinar la masa de pizza, introducir de nuevo la pizza al horno solar y hornear por 2 horas con treinta minutos o hasta deshidratar o cocer las verduras.
6. Retirar la pizza del horno y comer al momento.

**\*Los espejos reflectores siempre deberán redirigir los rayos del sol a la bandeja de la zona de cocción. Para las masas fermentadas es recomendable girar la charola a mitad de la cocción para conseguir que las piezas se doren, también se pueden realizar las cocciones en ollas negras y con tapa, enharinando el piso y paredes del recipiente.**

Se pueden realizar pizza saladas, dulces, con carnes de charcutería, vegetales, quesos, quelites, con deshidratados de hortalizas, o crear pequeños bocadillos salados o dulces.

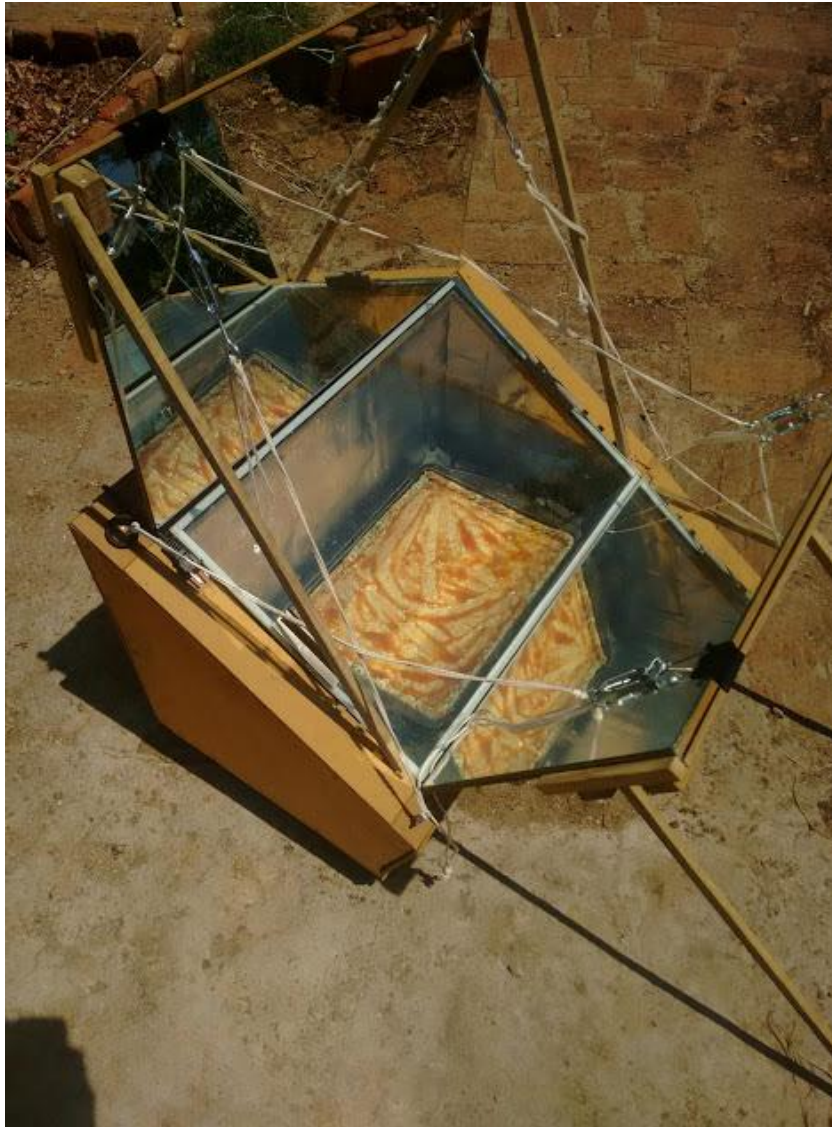


Figura 66. Cocción de masa para pizza en horno solar ecológico, del huerto Muiltaj de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.



**Figura 67. Armando de pizza de vegetales, en el huerto Muiltaj de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.**





Figura 68. Deshidratado de hortalizas en masa para pizza, en el huerto Muiltaj de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.



**Figura 69. Resultado final de la cocción de pizza en horno solar ecológico, del huerto Muiltaj de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.**



## CONCLUSIONES

La radiación solar que incide anualmente en la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, puede ser aprovechada para la elaboración de postres y entremeses con masas fermentadas, batidas, quebradas u hojaldre y con solo implementar equipos pasivos (hornos, estufas o deshidratadores). Aunado a lo anterior la construcción de un horno solar con materiales reciclados no disminuye su eficiencia, ya que puede conseguir mejores cualidades térmicas, dependiendo de los materiales que se utilicen para la construcción, aunque la durabilidad si podría disminuir. La implementación de piedras de río, viruta de coco, periódico, latas de aluminio reflejante y espejos reflectores son viables para emplearse en la construcción y mantener por más tiempo la temperatura acumulada dentro del horno solar ecológico.

Se logra comprobar la eficiencia del horno solar ecológico si se comparara con la temperatura máxima que acumulan los diferentes hornos solares comerciales, por ejemplo el Sun Cook Premium o Suntaste Large de la marca SunOK, fabricados en Portugal, o las parrillas y hornos Solares TOLOKATSIN, fabricadas en México y de igual forma si se compara con el precio de venta.

Los tiempos de cocción son relativos pero por lo general estos se duplican dependiendo del tamaño de la pieza a hornear el clima y cuanta radiación directa durante el día reciba el horno solar ecológico. No hay que dudar de la fiabilidad de un horno solar, la prueba es que existen infinidad de preparaciones culinarias que se cocinan bajas temperaturas, ya que las proteínas se coagulan a menos de 80°C, un confit de pato o puerco se realiza 77°C, los mismo sucede con las hortalizas, incluso para deshidratados, escaldados o tratamiento térmico para conservas esto no requieren más de 90°C y sin afectar a las características organolépticas y nutrimentales del producto final.

Los postres que se realizan son el aporte gastronómico en beneficio a este tipo de tecnologías rudimentarias; ya que estos no fueron de gran esfuerzo al realizarse, una vez horneadas las masas se acompañan sin mayor complicación. En la gastronomía no existen límites pero si reglas, existen infinidad de productos y la creatividad es indefinida.

La zona geográfica es un factor importante a considerar, ya que la radiación solar no incide en todo el mundo de la misma forma, lo mismo pasa con las estaciones del año. Los trópicos de cáncer y capricornio son los que anualmente reciben mayor radiación solar directa, así mismo siguiendo con la ubicación geográfica la altitud y latitud influyen si se relacionan con el movimiento del sol y los metros sobre el nivel del mar.

Por último, los instrumentos que funcionan con la luz del sol, podrían hacer dinámica y benéfica a la gastronomía, ya que es posible realizar la cocción de los alimentos en un determinado tiempo, obteniendo resultados de aceptabilidad en las características organolépticas; aun que las cocciones se realizan con la energía solar, un horno solar puede funcionar con otro tipo de energía renovable un ejemplo son los caudales de agua y aire (hidráulica, eólica) o la energía mecánica, ya que estas fuentes renovables son capaces de generar energía radiante para la acumulación térmica, mediante la implementación de aparatos eléctricos como resistencias (parrillas) o motores para ventilación y realizar una convección forzada. Darle autonomía a un horno solar para la redirección continua por el movimiento de rotación que lleva acabo la tierra con ayuda de paneles fotovoltaicos. Dicho de otra forma generar nuestra propia tecnología y que además de ser limpia, puede ser de provecho. Siempre de la mano con las energías híbridas.

## PROPUESTAS Y/O RECOMENDACIONES

La energía solar es un recurso energético fundamental, a comparación de las demás fuentes de energía convencionales esta es gratis y limpia, ya que no produce gases contaminantes como el CO<sub>2</sub>, es importante ampliar este tema ya que el funcionamiento de un horno solar es eficiente, equipos destinados para tareas específicas podrían ser de utilidad en una cocina, generar ingresos ciertos meses del año en zonas urbanas o rurales, a la alimentación diaria o a preparar el complemento de una comida; pan, cereales, leguminosas incluso bocadillos o postres. Siempre pensando en la sustentabilidad ambiental, en la disminución de energías poco favorables para el ambiente y los costos de producción de alimentos.

Aunque a lo largo de los años la ingeniería solar trata de eficientar los procesos de secado colaborando con comunidades agricultoras que lo requieran y deseen, o en grandes universidades realizando investigación de tiempo completo, incluso empresas privadas creando tecnología que puede ser vendida , la realidad es otra comparado con el mercado y las empresas multinacionales que venden al por menor productos excluidos en una dieta decente por no decir estricta, la pregunta del problema es... ¿Se puede hacer competir como mínimo a los productos alimentarios deshidratados usando solo energías limpias como el sol contra empresas multinacionales como PepsiCo? si, pero entonces volvamos a descubrir con algo que ya funciona a la innovación, a descubrir que otras ciencias pueden ser sociales con otras, generar ideas, discusión y un común acuerdo, el bien de todo, y todos, tener placer de vivir para servir.

De la deshidratación de ciertos tubérculos, hortalizas o verduras se podrían hacer harinas, y de esa harina productos alimentarios, platos biodegradables, repostería, ayudar a generar ingresos económicos a una comunidad ciertos meses del año. Del deshidratado de un producto cultivado en una cierta región se podrían hacer infinidad de productos alimentarios. No es solo aplicar la deshidratación cuántica o la conservación inocua si el producto no se vende, ya que los productos alimentarios deshidratados se podrían vender con mayor facilidad con un enfoque innovador. Y se habla de deshidratadores ya que es la tecnología que tiene interés para los estudiados en la actualidad. Aun que no se hable de una innovación funcional.

## REFERENCIAS DOCUMENTALES

- ABASCAL P. 2016. *Larousse de los postres. Con el toque mexicano de Paulina Abascal*. 4ta. edición. Ediciones, Larousse. ISBN: 9786072108530.
- AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGIA. 2010. World Energy Outlook 2010, OCDE/IEA, Francia, Paris.
- AGUIRRE P. SANCHES B. 2014. Diseño, construcción y automatización de un horno eléctrico para el calentamiento de prepolymer y polyol en la elaboración de calzado para la empresa calzado cass. repositorio.espe.edu.ec [en línea]. [Consulta: 24 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8300/2/T-ESPEL-EMI-0255P.pdf>
- ALBERT A. 2019. Guía para una fritura saludable. aceitesalbert.com [en línea]. [Consulta el: 01 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://www.aceitesalbert.com/noticias/144-mejor-aceite-para-freir>
- ALMADA M. STELLA M. MACHAIN-SINGER M. Y CLAUDE J. 2005. Guía de uso de cocinas y hornos solares. ecotec.unam.mx [en línea]. [Consulta: 31 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://ecotec.unam.mx/Ecotec//wp-content/uploads/Gu--a-de-uso-de-cocinas-y-hornos-solares.pdf>
- ÁLVAREZ J. Y PAIDOS G. 2003. *Como hacer investigación cualitativa, fundamentos y metodología*. 1ra. edición, México C.D.M.X. ISBN: 968-853-516-8
- ARABIA R. Y EDITH R. 2018. Cambio climático lo que debes de saber. sedema.cdmx.gob.mx [en línea]. [Consulta: 12 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/cambioclimatico.pdf>
- ARANDA M. MARTINEZ M. Y GUEVARA G. 2008. Revista solar. Vol. 65. México D.F. Asociación Nacional de Energía Solar A.C. anes.org [en línea]. [Consulta: 23 de marzo de 2019]. Disponible en: [https://www.anes.org/cms/contenido/docs/revista/RS\\_652008.pdf](https://www.anes.org/cms/contenido/docs/revista/RS_652008.pdf)

- BAPTISTA P. Y FERNÁNDEZ C. 2014. *Metodología de la investigación*. 6ta. edición. México, C.D.M.X. Interamericana editores S.A. DE C.V. ISBN 978-1-4562-2396-0.
- BEHRINGER R. Y GOTZ M. 2008. *Kochen mit der sonne: solar kochen undbacken in mitteleuropa* 1ra. edición. Alemania. ISBN: 978-3-9368-9639-8.
- BYCZKO N. 2017. Tema. 8 Operaciones específicas de transferencia de calor en alimentos. ar.linkedin.com [en línea]. [Consulta: 24 de agosto de 2019]. Disponible en: <https://ar.linkedin.com/in/nicol%C3%A1s-byczko-6aa72a64>
- CABRERA A. 2018. Construcción y uso de horno solar en 5 platillos típicos chiapanecos. sia.unicach.mx [en línea]. [Consulta: 24 de agosto de 2019]. Disponible en: Repositorio digital de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, CUID de C.U. como trabajo de titulación.
- CALLISTER W. Y RETHWISCH D. 2015. *Ciencia e ingeniería de los materiales*. 2da. edición. Editorial Reverté, España. ISBN: 978 - 84 – 291 – 7251 – 5. EAN: 9788429172515
- CASTELLANOS A. Y ESCOBEDO M. 1980. *La energía solar en México: situación actual y perspectiva*. 1ra. edición. Centro de eco desarrollo, Bahía San Hipólito, México, D.F.: Mexicano S.A. de C.V.
- CAUVAING S. Y YOUNG L. 2008. *Productos de panadería, ciencia, tecnología y práctica*. 1ra. edición. Acribia Editorial, España. ISBN: 9788420011059
- CENSUS.GOV. 2019. World Population Clock. Saberespractico.com [en línea]. [Consulta: 05 de junio 2019]. Disponible en: <https://www.saberespractico.com/curiosidades/cuantas-personas-hay-en-el-mundo-actualmente>
- CONFEDERACION LATINOAMERICANA DE AGENTES ADUANALES. 2017. Notas de la Confederación Latinoamericana de Agentes Aduanales, apartado B, sección de células solares. claa.org.mx [en línea]. [Consulta: 01 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.claa.org.mx/>

- CORDERO A. 2017. *Análisis sensorial de los alimentos*. 1ra. edición. Madrid, Salamanca. AMV Ediciones. ISBN: 978-84. 945558-4-8
- COVANTES H. 1980. *La energía solar*. 1ra. edición. Fondo de cultura económica. ISBN 10: 9681631609 ISBN13:978-9681631604
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. 2016. Artículo 34, Fracción XIII de la Ley de Impuesto sobre la Renta. Honorable Cámara de Diputados [en línea]. [Consulta: 23 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/>
- DOMINGO A. 2011. Apuntes de transmisión de calor. 2da. edición. Difundido por: Creative commons, España. Publicado por: oa.upm.es [en línea]. [Consulta: 24 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://oa.upm.es/6935/1/amd-apuntes-transmision-calor.pdf>
- ESPINOZA L. BUSTAMANTE F. Y COUTIÑO E. 2017. Unidad 4. Transporte de energía por convección. UNAM Facultad de Química [en línea]. [Consulta: 02 de enero de 2020]. Disponible en: <http://equipo3transportedeenergia.blogspot.com/search/label/Unidad%204%20Transporte%20de%20Energ%C3%ADa%20por%20Convecci%C3%B3n>
- ESTEIRE E. J.M. CEZANO Y MADRID A., 2015. *Ciencia y tecnología de los alimentos*. 1ra. Edición, Tomo 1, Madrid, Esp., AMV ediciones. ISBN: 8-4967-0907-8
- FOOD PROCESSORS INST. 2015. Alimentos enlatados: principios del control del proceso térmico, acidificación y evaluación del cierre de los envases. 2da edición. agris.fao.org [en línea]. Disponible en: <http://agris.fao.org/>
- FUMEY G. Y ETCHEVERRIA O. 2008. *Atlas mundial de cocina y gastronomía, una geografía gastronómica*. 1ra. edición. Editorial: Ediciones Akal, España. ISBN 10: 8446024195 ISBN 13:9788446024194.
- GALAGARRA C. GÓMEZ A. GAUNA G. CROCE K. ARBELO L. Y PERDOMO T. 2017. Energía térmica ¿Qué es la energía térmica? Para: blogspot.com [en línea]. [Consulta: 03 de enero de 2020]. Disponible en: <http://educaciontecnologicaiscc.blogspot.com/2017/06/energia-termica.html>

- GARCIA J. 2002. La cocina solar. Un sistema de aprovechamiento directo de la energía solar para cocer los alimentos junto a otras aplicaciones. ub.edu [en línea]. [Consulta: 15 de febrero 2019]. Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-376.html>
- GENERALITAT DE CATALUNYA. 2018. ¿Qué es y de donde proviene la energía? icaen.gencat.cat [en línea]. [Consulta: 24 de agosto de 2019]. Disponible en: [http://icaen.gencat.cat/es/energia/que\\_es/](http://icaen.gencat.cat/es/energia/que_es/)
- GENGEL Y. GHAJAR A. 2007. *Transferencia de calor y masa, con enfoque practico*, 3ra. Edición. Editorial McGrallHill, Interamericana editores C.D.M.X. ISBN-13: 978-0-07-312930-3. ISBN-10: 0-07-312930-5.
- GISSLLEN W. 2004. *Panadería y repostería para profesionales*. 1ra. edición. Editorial Limusa, México. ISBN 10: 9681845490 ISBN13: 978-9681845490
- GONZÁLES Y VELAZCO J. 2009. *Energías renovables*. 1ra. edición. Barcelona, España: Editorial Reverté.
- GROSS O. 2013. *El ABC de la pastelería*. 1ra. edición. Planeta, Argentina. ISBN: 9789504931065.
- IBAÑEZ M. ROSELL J. Y ROSELL I. 2005. *Tecnología solar*. 1ra. edición, Mundi-Prensa, España. ISBN: 84-8476-199-1
- LAURENT A. 1789. *Traité élémentaire de chimie*. 1ra. Edición, Tomo de la Privilege de L'academie des Sciences & de la Societé Royale de Medicine [en línea]. [Consulta: 23 de abril de 2019]. Disponible en: <https://library.si.edu/digitallibrary/book/traiteyeylement1lavo>
- LIMON A. 2017. Energía solar en México: su potencial y aprovechamiento. Publicado por: Centro de Investigación Económica y Presupuestaria A.C. [en línea]. [Consulta: 23 de mayo 2019]. Disponible en: <https://ciep.mx/energiasolar-en-mexico-su-potencial-y-aprovechamiento/>

- LUCKEY R. Y RIGATTI L. 2014. Como construir un horno solar! //How to build a solar oven!. Comuntierra.org [en línea]. [Consulta el: 24 de agosto de 2019]. Disponible en: [https://www.youtube.com/user/comuntierra/about?disable\\_polymer=1](https://www.youtube.com/user/comuntierra/about?disable_polymer=1)
- MADRID A. 1999. *Confitería y pastelería: Manual de formación*. 1ra. edición, editorial Mundiprensa, Madrid, España. ISBN-10: 8489922144 ISBN-13: 8471147874
- MARTINOT E. 2013. REN 21 Renewables global futures report. Publicado por: Red global REN 21 [en línea]. [Consulta: 01 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://www.martinot.info/gfr.htm>
- MEJIA D. PEREZ M. Y NEXITICAPA M. 2014. ¡Alerta! TBHQ en alimentos con grasas. Volumen 27. Para: revista de divulgación científica La ciencia y el hombre [en línea]. [Consulta: 13 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol27num3/articulos/TBHQ.html>
- NACIONES UNIDAS 2016. World Population Prospects. Para: esa.un.org [en línea]. [Consulta: 02 de junio 2019]. Página 1, Texto en inglés. Disponible en: [https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017\\_KeyFindings.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf)
- NMX-F-048-SCFI-2012. 2012. Aceites y grasas vegetales o animales. Determinación de puntos de humeo, flama e ignición. Métodos de prueba. [Cancela a la NMX-F048-SCFI-2006]. dof.gob.mx [en línea]. [Consulta: 13 de enero de 2020]. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5255441&fecha=21/06/2012](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5255441&fecha=21/06/2012)
- NOM-251-SSA1-2009. 2009. Practicas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. [Cancela a la NMX-251-SSA1-2007]. dof.gob.mx [en línea]. [Consulta: 14 de enero de 2020]. Disponible en: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3980/salud/salud.htm>
- ORTELLI N. (2011). Cocinas solares. Para: Slide share [en línea]. [Consulta: 11 de diciembre 2019]. Página 17. Texto en español. Disponible en: <https://es.slideshare.net/mnortelli/cocinas-solares>



- PEREZ E. GONZALES C. CHAVEZ M. Y CORTES C. 2013. Características fermentativa de levaduras productoras de etanol a partir de jugo de agave cupreata en la elaboración de mezcal. Vol. 12. Num. 3, publicado por: la Revista Mexica de Ingeniería Química y difundido por Scientific Electronic Library Online.
- PEREZ S. 2008. *El libro del hojaldre*. 1ra. edición. Montagu editores SA. España. ISBN: 9788472121386.
- PEREZ Y SOSA. 2013. Mecanismos de transferencias de calor que ocurren en tratamientos térmicos de alimentos. Para: Temas selectos de ingeniería de alimentos, UDLAP. [en línea]. [Consulta el: 24 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-71-Perez-Reyes-et-al-2013.pdf>
- PIÑEIRO A. 2018. Enerxía e as súas transformacións, centrais eléctricas, teoría y exercicios. Difundido por: Conselleria de Educación, Universidade e Formacion Profesional. Para: IES Campo de San Alberto [en línea]. [Consulta el: 24 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://www.edu.xunta.gal/centros/>
- PULIDO A. 2008. Formas de energía. [aprendemostecnologia.org](http://aprendemostecnologia.org) [en línea]. [Consulta el: 24 de Agosto de 2019]. Disponible en: <https://aprendemostecnologia.org/2008/09/>
- RAFFINO M. 2019. “Transferencia de calor”. Para: [Concepto.de](http://concepto.de) [en línea]. [Consulta: 03 de enero de 2020]. Disponible en: <https://concepto.de/transferencia-de-calor/>
- RECIO J. 2008. La energía solar como material didáctico. Difundido por: INTEF y MECD [en línea]. Disponible en: [http://newton.cnice.mec.es/materiales\\_didacticos/energia/solar.htm](http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/solar.htm)
- RINCON E. Y LENTZ A. 2010. Tolokatsin, tecnología solar para todos. [en línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=TD7fDKBHWIA>
- RIUS M. Y CASTRO M. La química hacia la conquista del sol. [en línea]. México: Eds. Fondo de Cultura Económica, 1997. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/10/htm/quimsol.html>

- ROCA J. Y BRUGUES S. 2014. *La cocina al vacío, Sous- vide*. 2da. edición. Montaguá, España. ISBN: 978-84-7212-150-8
- RODRIGUEZ V. Y SIMON E. 2008. *Bases de la alimentación humana* 1ra. Edición, España. Netbiblo, S.L., ISBN: 978-84-9745-215-1
- SECRETARIA DE ENERGIA. 2014. Reglamento Interior de la Secretaria de Energía. Diario Oficial de la Federación.gob.mx. [en línea]. [Consulta: 29 mayo 2018]. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5366666&fecha=31/10/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5366666&fecha=31/10/2014)
- THIS H. 2006. *Cacerolas y tubos de ensayo*. 1ra. edición, editorial Acribia, España. ISBN 10: 8420010618, ISBN 13: 9788420010618.
- THIS H. 1999. *Tratado elemental de la cocina*. 1ra. edición. Editorial Acribia. México. ISBN: 978-84-200-0871-4
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. 2015. Energy Literacy, Essential principles and fundamental concepts for energy education. Difundido por: energy.gov. [En línea]. [Consulta: 24 de agosto de 2019]. Disponible en: <https://www.energy.gov/eere/education/energy-literacy-essential-principles-energy-education>
- UNIVERSITAT DE VALÈNCIA, 2016. La química, imprescindible hasta para hacer pan. UV Máster Universitario en Química [En línea]. [Consulta: 06 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.uv.es/uvweb/master-quimica/es/blog/quimica-imprescindible-hacer-pan1285949128883/GasetaRecerca.html?id=1285954980691>
- WAGNER J. RAMPLA. M. LEGARRETA I. 2016. *Las levaduras y sus productos derivados como ingredientes en la industria de alimentos*. Editorial Universidad Nacional de Quimes. Brasil. Disponible en: Repositorio de la Universidad de la Habana, Facultad de Química.
- WORLD POPULATION CLOCK. 2019. *World Population Prospects*. Para: esa.un.org [en línea]. [Consulta: 02 de junio 2019]. Página 1, Texto en inglés. Disponible en: [https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017\\_KeyFindings.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf)

ZERNERI V. YARDEN G. 2016. Cursos de panadería y bollería. sucreivainilla.com [en línea].  
[Consulta: 23 de abril de 2020]. Disponible en: <http://www.sucreivainilla.com/wp-content/uploads/Dossier-M2.-Clase-9.pdf>



**ANEXO 2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PARA LAS EVALUACIONES SENSORIALES CON ESCALAS HEDÓNICAS VERBALES Y DE ACEPTABILIDAD**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_



INSTRUCCIONES: A continuación se presentan 5 tipos de masas básicas de la repostería con sus respectivos nombres, evalúa cada una de las muestras, seleccionando con una **X** el descriptor que mejor refleja su posición ante cada uno de los atributos evaluados. **\*La casilla de valoración numérica y valoración global no deberán ser llenadas puesto que estas serán usadas por los evaluadores para la obtención de resultados.**

Tipo de masa: \_\_\_\_\_.

Descriptor	Apariencia	Aroma	Sabor	Consistencia / Textura	Aceptabilidad en general	*Valoración (numérica)
Me gusta mucho						
Me gusta						
Me gusta un poco						
Ni me gusta, ni me disgusta						
Me disgusta un poco						
Me disgusta						
Me disgusta mucho						
					*Valoración global	

Observaciones y/o Comentarios:

Gracias.

### ANEXO 3. CONSTRUCCIÓN DE HORNO SOLAR ECOLÓGICO TIPO CAJA DE ACUMULACIÓN TÉRMICA

La construcción y utilización de un horno solar no implica la destrucción del entorno en el que vivimos, es una forma sustentable y eco amigable de cocinar nuestros alimentos sin tener cambios en las características organolépticas de los alimentos aunado a que la construcción de un horno solar puede realizarse con materiales reciclados y no implica grandes gastos, es una de las tantas forma de sobre llevar la contaminación que pueda existir en nuestro entorno, ya que los materiales son fáciles de conseguir, implementar, y que si son resistentes pueden durar por más tiempo para su uso cotidiano.

#### ANEXO 3.1 MATERIALES Y UTENSILIOS PARA LA FABRICACIÓN DE UN HORNO SOLAR DE ACUMULACIÓN TÉRMICA

**TABLA 16. MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE UN HORNO SOLAR DE ACUMULACIÓN TÉRMICA CON MATERIALES RECICLADOS**

MATERIALES		
Madera prensada	Tablones de madera reciclada	Tensores para 45 kg
Cartón prensado	Clavos de carpintería	Espejos de 3mm de espesor
Silicón de alta temperatura	Viruta de Periódico y coco	Armellas
Pegamento de contacto	Impermeabilizante	Hilo de cáñamo
Laminas de lata	Bisagras	Resistencia eléctrica
Piedras negras de rio	Vidrio de 6 y 9 mm de espesor	Grapadora de madera
Tornillos	Placa negra de metal	Tuercas y rondanas

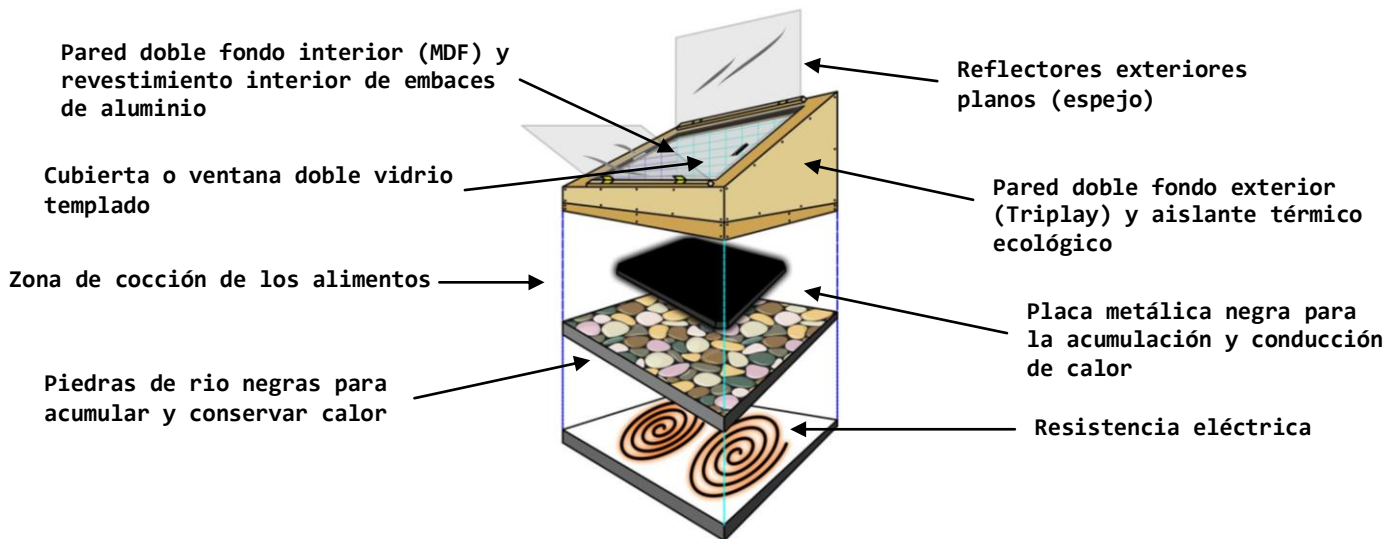
**TABLA 17. UTENSILIOS PARA LA FABRICACIÓN DE HORNO SOLAR DE ACUMULACIÓN TÉRMICA**

UTENSILIOS		
Regla de 30 cm	Plumones	Inclinometro o medidor de ángulos
Escuadra	Tijeras	Taladro
Flexómetro	Termómetro	Brocas anchas

Cierra caladora	Desarmador	Llave inglesa
Brocha	SERRUCHO	
Martillo de carpintería	Lija de agua	

### ANEXO 3.2 DISEÑO Y FABRICACIÓN DE HORNO SOLAR

Para la fabricación de un horno solar se tendrá que estipular el tipo de horno viable por diversos factores, como geográficos, y ambientales, con la finalidad de aprovechar al máximo la luz del sol, es por esto que, para la presente investigación se tuvo a bien la implementación de un diseño Suizo llamado ULOG u horno familiar del libro: *kochen mit der sonne: solar kochen und backen in mitteleuropa* (Behringer R., y Gotz M., 2008.), con las modificaciones que se presenta a continuación en la figura 70:



**Figura 70. Diseño de horno solar ecológico de acumulación, tipo caja, con inclinación de 15°, reflectores planos, aluminio, piedras de río y resistencia eléctrica.**

A dicho diseño de horno se le aplican algunas variantes; las cuales aportan un aumento y acumulación de la temperatura en su utilización; se habla de dos espejos exteriores a los costados del horno, piedras de río lisas de colores opacos uniformes de tamaño, y su fabricación con materiales reciclados. A continuación se presentan los pasos para su construcción.

### ANEXO 3.3 PASOS PARA LA FABRICACIÓN DE UN HORNO SOLAR CON MATERIALES RECICLADOS

1. Conseguir tablones de madera, para la estructura del horno, y hacer los cortes correspondientes para su modelación.

Nota: la medida de los marcos de las paredes laterales con los tablones son de: 48 cm de alto trasera y 14 cm de alto delantera, 44 cm del piso y techo 48 cm; con 5 cm ancho todas las reglas, y las del piso son de: 44 cm de ancho y 75 cm de largo.

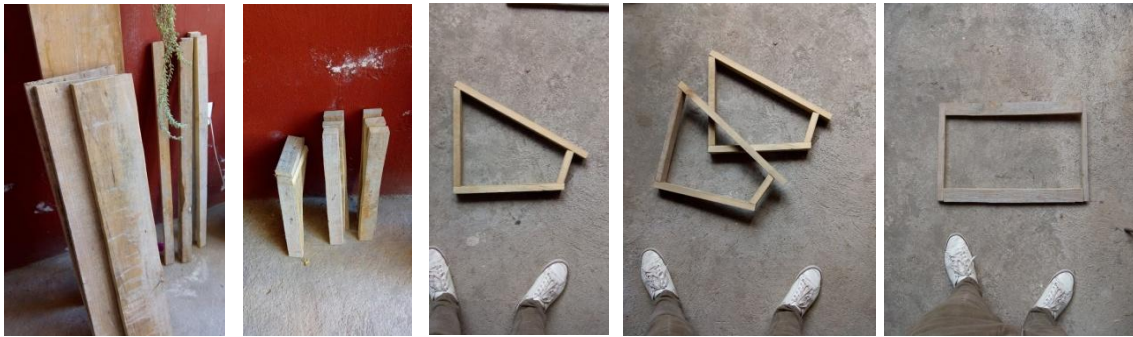


Figura 71. Ilustración de los pasos para la fabricación de la estructura del horno solar.

2. Unir la estructura del piso del horno con las paredes del horno, con ayuda de clavos, resistol 5000 y dos tablas mas para la estructura de la pared posterior del horno.

Nota: la medida de las reglas para la estructura de la pared posterior son en relación a la estructura del piso y 5cm de ancho en las reglas.



Figura 72. Ilustración de los pasos para el ensamblado de la estructura de horno solar.



3. Revestir las paredes interiores del horno con cartón prensado, siguiendo con las medidas de la estructura o marco de las paredes hechas con las reglas de madera y colocar silicón de alta temperatura dentro y por fuera de las paredes del horno como se observa en la imagen para evitar la pérdida intersticial de calor.

Nota: la medida de los cortes para las paredes de cartón prensado será con relación a la estructura o marco de madera.



**Figura 73. Ilustración de los pasos para colocación del revestimiento interior y silicón de alta temperatura a los marcos.**

4. Llena las paredes con papel de periódico y viruta de coco que servirá como aislante térmico, y colocar las paredes exteriores con pegamento de contacto y clavos tipo tachuela con el objetivo de crear burbujas de aire quieto; al usar silicón de alta temperatura y el aislante térmico, periódico y viruta de coco, para acumular calor dentro del horno.



**Figura 74. Imagen de los pasos para revestir el fondo de las paredes con aislante térmico (viruta de papel periódico y coco).**

5. Realizar el montaje del recubrimiento interior, forrado con hojas de aluminio reciclado de latas de refresco con ayuda de clavos de  $\frac{1}{4}$  de pulgada y pegamento de contacto.



**Figura 75. Imagen del revestimiento interior del horno solar ecologico forrado con hojas de aluminio reciclado (latas de refresco).**

6. Construir un doble vidrio con fondo, para crear un vidrio térmico como el de las paredes del horno, pero este no deberá rellenarse con ningún aislante térmico para permitir el paso de la luz del sol.

Nota: las medidas de los vidrios serán en relación al marco de la puerta doble vidrio, el vidrio que da hacia la parte interior del horno deberá ser de 9mm de espesor y para el vidrio externo de 6mm, para que los vidrios no se lleguen a romper en su uso y calentamiento posterior.



**Figura 76. Imagen de un doble vidrio, separado por una cinta norton y agarraderas de aluminio.**

7. Conseguir piedras de río, una placa negra metálica y opcional una resistencia eléctrica para posteriormente usar con un panel solar. Lavar y desinfectar piedras, colocarlas en el piso del horno, hacer la instalación de la resistencia entre las piedras y por ultimo colocar la placa o parrilla negra encima de las piedras y resistencia eléctrica.



**Figura 77. Piedras de río, resistencia eléctrica y placa negra absorbente**

Nota: las piedras de río ayuda a mantener el calor dentro del horno, “en el supuesto caso de que hubiera incidencia de sol” o al abrir el horno generando pérdidas de calor. En cuanto a la resistencia esta es opcional y funciona con energía solar fotovoltaica o paneles solares, y una batería. “Su implementación es para cuando exista una incidencia de luz del sol prolongada, y el producto a cocer ya este en el horno”.

La placa negra tiene el objetivo de conducir el calor dentro del horno a los productos o masas de repostería y distribuirlo uniformemente.

8. Hacer una estructura que permita colocar, asegurar y tensar los espejos reflectores exteriores del horno, con ayuda de bisagras, tensores de metal, madera, placas de cartón prensado, armellas e hilo de cáñamo. Se corta el cartón prensado o MDF a la medida del espejo y se unen con pegamento de contacto, se colocan bisagras sobre el cartón prensado; en uno de los extremos más altos, para poder unirlos posteriormente al horno.





**Figura 78. Estructura de cartón prensado y bisagras para los espejos.**

Nota: El tamaño de los espejos es con relación al doble vidrio de la puerta. El alto de los espejos es importante ya que dependiendo de la zona geográfica en la que nos encontremos serán otras las medidas.

9. Colocar la estructura de los espejos a los costados del horno, con la ayuda de bisagras y tornillos. Colocar y ajustar las reglas que servirán de soporte al inclinar los espejos para su utilización para ambos espejos, estos se ajustaran con ayuda de tensores de 42kg, armellas, e hilo de cáñamo.



**Figura 79. Pasos para finalizar la construcción de un horno solar con piedras de río, en su mayoría elaborado con materiales reciclados.**

Nota: La graduación para sostener la inclinación de los espejos hacia el horno se realiza con taquetes de madera dejando un espacio entre los taquetes.

- El pasó número 9 sería la construcción final del horno. Es importante comprender la teoría de funcionamiento de un horno, pero también experimentar con el horno, es recomendable iniciar con pruebas de calentamiento de agua, huevos duros, cocciones rápidas y a temperaturas bajas de 90°C a 120°C. Para posteriormente poder seguir experimentado con preparaciones que lleven mayor tiempo de cocción.

Nota: Se recomienda calentar primero el horno hasta alcanzar 90°C o 100°C, esto para hacer que las cocciones sean más rápido, para las masas de la repostería es importante medir el agua y si es coherente disminuirlo en las recetas ya que de esto dependerá mucho el tiempo de cocción y su durabilidad después de la cocción, todos los ingredientes influyen, el huevo es un ingrediente fundamental ya que ayuda amalgamar los demás ingredientes y al ser esta una proteína ayuda a la coagulación de la estructura de un pan en la cocción, con más facilidad.

#### ANEXO 3.4 COSTO DE FABRICACIÓN

**TABLA 19. COSTEO PARA LA FABRICACIÓN DE UN HORNO SOLAR ECOLÓGICO**

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO
MDF (Cartón prensado) 3mm 70x100	4	Laminas	\$200.00
Madera utilizada para colado en construcción	1	Tablón	RECICLADO
Viruta de papel reciclado	2	Periódico	RECICLADO
Silicón de alta temperatura	0.240	G	\$80.00
Triplay 3mm 70 x 100	2	Laminas	RECICLADO
Espejo 3mm	2	Placas	\$320.00
Cristal 6mm	1	Placas	\$150.00
Cristal 9mm	.001	Placas	RECICLADO
Botellas de aluminio	75	Latas	RECICLADO
Piedra de río	20.000	Kg	RECICLADO
Cinta Norton	3	Metros	\$30.00
Clavos 2mm	0.030	G	\$10.00
Clavos 6 cm	8	Pzas.	RECICLADO
Clavos 1cm	0.100	G	RECICLADO
Bisagras	4	Pzas.	\$12.00
Tensores 45 kg	4	Pzas.	\$60.00
Hilo para bridar	2 ½	Metros	RECICLADO

Placa negra de metal 3mm 40 x 18	<b>1</b>	Pza.	<b>RECICLADO</b>
Pegamento de contacto	<b>0.250</b>	MI	<b>\$39.00</b>
Bisagras	<b>4</b>	Pzas.	<b>\$24.00</b>
Tornillos	<b>16</b>	Pzas.	<b>\$8.00</b>
Ruedas 50 kg	<b>4</b>	Pzas.	<b>\$80.00</b>
Resistencia eléctrica 700 W	<b>1</b>	Pza.	<b>RECICLADO</b>
		<b>Total</b>	<b>\$983.00</b>