Optimización de Materiales de Empaque para la Conservación Térmica de Alimentos

Lissa Nayibe Bello Garzón

Administración Logística, Escuela de Negocios, Fundación Universitaria Compensar

Proyecto fin de grado

Jesús Abel Afanador Barajas

30/05/2024

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen

El presente informe tiene como objetivo dar a conocer los resultados obtenidos en el marco de proyecto ABREU cuyo objetivo principal ha sido determinar la curva de perdida de calor de los cambros en un proceso de distribución, esto teniendo en cuenta un factor de medición como la temperatura adecuada que deben tener los alimentos y productos perecederos en la industria de la distribución, donde se logra identificar un papel crítico el cual se desea comprender bajo la dinámica de la perdida de calor en contenedores como las cambros en el proceso de transporte que garantizan la seguridad y la calidad de los productos.

En el desarrollo de este informe, se presentaran los diferentes métodos utilizados, los equipos empleados en la recolección de datos, el análisis de los resultados obtenidos con el fin de discutir aquellas implicaciones prácticas de estos hallazgos en el contexto de la distribución de alimentos y productos sensibles a la temperatura que se lo lograron identificar en las diferentes visitar realizadas por la universidad a colegios de la ciudad de Bogotá.

Al determinar las diferentes implicaciones en la preservación de la calidad de los productos transportados en los cambros se asegura que lleguen en óptimas condiciones y en el tiempo adecuado a los estudiantes de los colegios, adicionalmente este estudio puede conducir a mejoras significativas en los diferentes procesos de distribución atribuyendo a una mejor sostenibilidad ambiental y rentabilidad de las operaciones optimizando la cadena de suministro y garantizando la seguridad alimentaria en la distribución de los productos perecederos.

Palabras clave: Temperatura, Cambros, Medición, Calidad, Transporte, productos perecederos

Introducción

En el proceso de distribución de alimentos y productos perecederos la temperatura juega un papel importante a la hora de ser transportados de un lugar a otro como es el caso del proyecto ABREU entregado a Compensar en el cual se realiza la producción y entrega de almuerzos a los diferentes colegios de la ciudad de Bogotá, sin embargo en el proceso de transporte se ha logrado evidenciar una pérdida de calor en los contenedores(cambros) que afecta la calidad de los almuerzos motivo por el cual se realiza este estudio.

El objetivo es lograr identificar en que parte del proceso de transporte se ve afectada la temperatura de los almuerzos, y es allí donde por medio de visitas realizadas por parte de la universidad a aquellos lugares de producción se logran recolectar datos por medio de equipos de medición, elementos de prueba (mantas térmicas), los cuales fueron analizados para obtener las posibles causas y brindar soluciones garantizando la seguridad y calidad de los almuerzos durante su transporte.

Como se mencionó anteriormente los resultados fueron analizados y se logró identificar una posible solución en utilizar elementos como mantas térmicas en el proceso de transportes de los contenedores (cambros) dado que hubo una reducción de la temperatura muy mínima a la inicialmente reportada, adicionalmente el tiempo de precalentamiento de los cambros es un factor que se debe controlar de la mejor manera puesto que varía la temperatura dentro del mismo afectando la calidad de los almuerzo a entregas en los diferentes colegios.

Método

La universidad programo visitas en los diferentes colegios donde se realiza el proceso de almacenamiento, producción y elaboración de los almuerzos que son entregados en la ciudad de Bogotá para recolectar datos , esto en compañía del profesor a cargo brindando apoyo en la cada una de las pruebas realizadas donde se realizaron las siguientes actividades:

- **Ingreso de personal autorizado a los colegios:** validación de datos, presentación de los funcionarios e instalaciones, procesos, información de despacho.
- **Materiales y equipos:**

Tabla 1

Elementos y equipos utilizados en el estudio.

Nombre	Imagen
Empaque de los almuerzos	 *(propia)*
Malta térmica	 *Manta T**érmica** de emergencia. (s. f.). Roca y Altura.*
Cambro	 *(propia)*
Termómetro	 *(Gastronómico & Gastronómico, 2021)*
Agua caliente	 *(Durman CAM, 2024)*

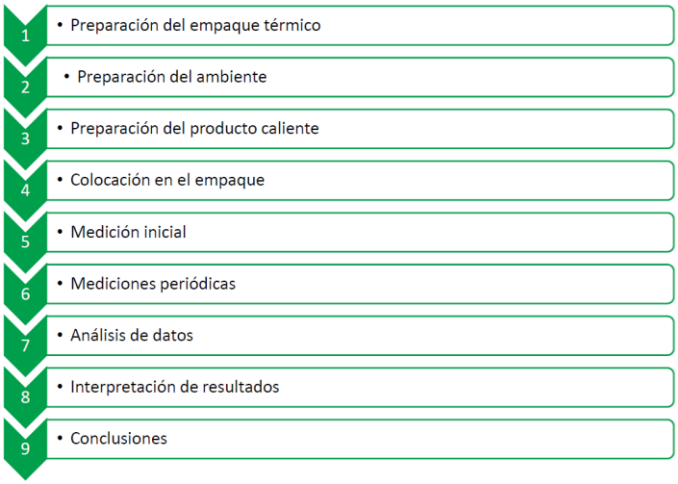
Cronómetro	 *Durman CAM. (2024, January 5). Sistemas de agua caliente - Durman CAM.*
Medidor de humedad	 *(Industrias Asociadas, 2024*

- **Fases prueba temperaturas empaques:**

Una vez identificados los materiales a utilizar en la visita se realizan los siguientes pasos para toma de temperatura como simulación de los almuerzos desde el proceso de preparación, alistamiento y transporte.

Tabla 2

Pasos realizados en la visita



(propia)

- ✓ Selección y preparación de los diferentes empaques utilizados para el despacho de los almuerzos a los colegios.
- ✓ Verificación del ambiente para realizar el estudio de acuerdo a las condiciones que se quieren medir en un determinado tiempo (30min)
- ✓ Alistamiento y calentamiento del agua para toma de temperatura con el termómetro instrumento de medición empleado en la visita realizada como factor principal del estudio realizando.
- ✓ Medición inicial de la temperatura del agua a 63°C para ingreso a los cambros en cuatro diferentes situaciones y realizar mediciones periódicas donde se tuvo en cuenta lo colocación de una manta térmica para identificar algún tipo de cambio en la temperatura del agua caliente.
- ✓ Se realiza un análisis de los datos para identificar las posibles causas por las cuales se está viendo afectada la temperatura de los almuerzos entregados.
- ✓ Una vez identificadas las posibles causas se evalúan los factores que pueden permitir un mejor control de los procesos.
- ✓ Por ultimo conclusiones de la visita realizada de acuerdo a lo evidenciado en cada uno de los momentos de acuerdo al conocimiento obtenido.

Tipo de investigación

De acuerdo a la visita realizada es un tipo de investigación de campo en la cual se tuvo en cuenta el proceso de trazabilidad que tienen los almuerzos desde su proceso de producción, alistamiento y transporte por medio de una simulación con agua caliente con medición de temperatura en un determinado tiempo para así evidenciar las diferentes causas que alteran la curva de temperatura de calor en los proceso de distribución.

Objetivos de la investigación:

- Identificar la tasa de perdida de calor por tipo de empaque y por medios auxiliares en el transporte.

- Establecer la mejor relación para el uso de la capacidad de los vehículos, Uso de medios auxiliares y asignación de destinos por vehículos considerando las restricciones del sistema actual.

Resultados

Fase 1



Ilustración 1. Fuente de imagen autores propios

Validación y selección de los empaque utilizados como lo muestra la ilustración 1 con el fin de simular un proceso de alistamiento, medición y despacho de los almuerzos a cada uno de los colegios, donde se coloca para este estudio agua caliente en este empaque con una temperatura inicial de 63°como punto de referencia para las siguientes pruebas realizadas:

PRUEBA 1 CON MANTA TERMICA

Una vez es ingresado el empaque en el contenedor (cambro) se utiliza una manta térmica para cubrirlo, la cual de acuerdo a sus funciones aumenta la temperatura interior lo que permite la conservación de calor esto con el fin de simular condiciones aisladas como el viento o ambiente utilizando un cuarto del centro de producción como ambiente para realizar el estudio.

Instrumentos de medición: Termómetro, Datalogger, Cronometro



Ilustración 2. Manta térmica utilizada



Ilustración 3. Fuente de imagen autores propios

Tabla 3.

Valores prueba 1

PRUEBA 1				
PRUEBA CON MANTA				
Empaque Modelo 1.8 (60 almuerzos X Cajon Isotermico CAMBRO)	D			
Datalogger	454			
Evento	Hora	Minutos	Segundos	Temperatura
Toma de temperatura	9	0	51	63°C
Ingreso cajon Isotermico " CAMBRO"	9	1	50	
Ingreso Cuarto	9	2	30	
Empieza a acomodar manta termica	9	2	46	
Termina de acomodar manta termica	9	3	8	
Retira manta termica	9	33	5	
Abre cajon Isotermico " CAMBRO"	9	33	7	
Abre empaque	9	33	22	
Toma de temperatura	9	33	27	49°C

El objetivo es poder identificar si al colocar una manta térmica en el cajón isotérmico “CAMBRO” se mantiene la temperatura del mismo o no disminuye en gran proporción, para este ejercicio se moto un molde Tipo D con agua caliente en su interior a una temperatura inicial de 63 °C, tiempo de medición 30 minutos en sus diferentes escenarios a partir de las 9:00 am con traslado a cuarto, a continuación se relaciona tabla con movimientos y tiempos.

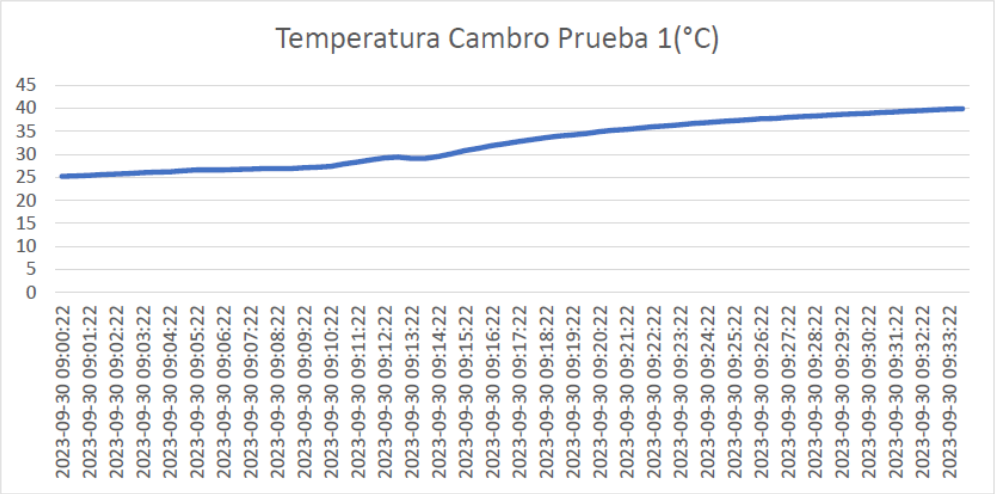


Ilustración 3. Fuente de imagen autores propios

En las observaciones pudimos encontrar que la temperatura interna del empaque, iniciando en 63°C, en media hora bajo hasta 49°C (14 C°), es decir un total de 0.42°C por minuto. Es importante tener presente el diferencial de temperatura entre el cambro y el interior del empaque (25 C° y 63 C°). En cuanto a la medición de temperatura del cambro.

PRUEBA 2 CAMBRO SIN MANTA TÉRMICA

Tabla 4.

Valores prueba 2.

PRUEBA 2				
PRUEBA SIN MANTA				
Empaque Modelo 1.8 (60 almuerzos X Cajon Isotermico CAMBRO)	D			
Datalogger	454			
Evento	Hora	Minutos	Segundos	Temperatura
Toma de temperatura	9	53	47	63°C
Ingreso cajon Isotermico " CAMBRO"	9	54	54	
Ingreso Cuarto	9	56	0	
Abre cajon Isotermico " CAMBRO"	10	25	58	
Abre empaque	10	26	8	
Toma de temperatura	10	26	45	59°C

Se inicia a partir de las 09:53 am con la misma temperatura inicial 63 °C en molde D tiempo de medición 30 minutos con traslado a cuarto.



Ilustración 4. Fuente de imagen autores propios

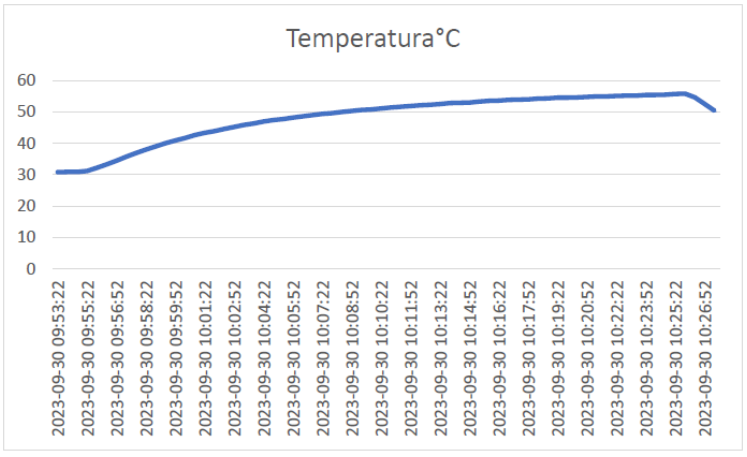


Ilustración 5. Fuente de imagen autores propios

La temperatura final de la prueba 1 cajón isotérmico “CAMBRO” con manta térmica fue de (49°C) a comparación de la prueba 2 (59°C) cajón isotérmico “CAMBRO” sin manta térmica, esto significa que posiblemente el elemento utilizado para mantener la temperatura del cajón isotérmico “CAMBRO” no cumplió su función donde se evidencia una disminución en la temperatura de (10°C) o posiblemente no tenían el mismo tiempo de conexión en el calentamiento.

Tabla 5.

Resumen estadísticas Prueba 2 Cambro

	Temperatura°C
Media	48,1970588
Error típico	0,90999708
Mediana	50,95
Moda	30,9
Desviación estándar	7,50402818
Varianza de la muestra	56,310439
Curtosis	0,05147073
Coeficiente de asimetría	-1,10009107
Rango	25
Mínimo	30,8
Máximo	55,8
Suma	3277,4
Cuenta	68

PRUEBA 3 MAYOR TIEMPO DE CALENTAMIENTO Y CON MANTA TÉRMICA

Tabla 6.

Valores prueba 3.

PRUEBA 3				
PRUEBA CON MANTA				
Empaque Modelo 1.6 (80 almuerzos X Cajon Isotermico CAMBRO)	ABC			
Datalogger	454			
Evento	Hora	Minutos	Segundos	Temperatura
Toma de temperatura	11	3	33	63°C
Ingreso cajon Isotermico " CAMBRO"	11	4	40	
Ingreso Cuarto	11	5	10	
Empieza a acomodar manta termica	11	5	41	
Termina de acomodar manta termica	11	5	51	
Retira manta termica	11	35	4	
Abre cajon Isotermico " CAMBRO"	11	35	8	
Abre empaque	11	35	14	
Toma de temperatura	11	35	43	57°C

Prueba 3 cajón isotérmico "CAMBRO" con manta Térmica: Se inicia a partir de las 11:03 am con la misma temperatura inicial 63 °C en molde pequeño ABC tiempo de medición 30 min con traslado a cuarto.



Ilustración 6. Fuente de imagen autores propios

Las pruebas 1 y 3 cajón isotérmico "CAMBRO" con manta tuvieron una diferencia de (8°C) donde la más alta fue la prueba 3 con temperatura final de (57°C) con hora de iniciación de medición a las

11:03 am, se pudo evidenciar una posible causa a este resultado dado el cambro llevaba más tiempo de conexión al de la prueba 1.

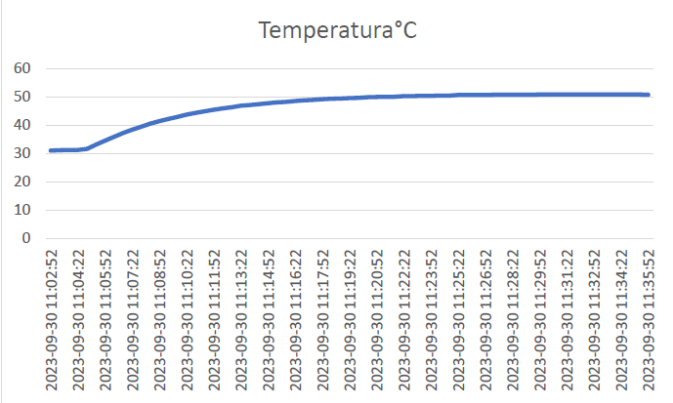


Ilustración 7. Fuente de imagen autores propios

Tabla 6.

Resumen estadísticas Prueba 3 Cambro

	Temperatura°C
Media	46,3880597
Error típico	0,75312562
Mediana	49,5
Moda	50,8
Desviación estándar	6,16459889
Varianza de la muestra	38,0022795
Curtosis	0,93271357
Coeficiente de asimetría	-1,48048787
Rango	19,8
Mínimo	31
Máximo	50,8
Suma	3108
Cuenta	67

PRUEBA 4 MAYOR TIEMPO DE CALENTAMIENTO SIN MANTA TÉRMICA

Tabla 7.

Valores prueba 4.

PRUEBA 4				
PRUEBA SIN MANTA				
Empaque Modelo 1.8 (60 almuerzos X Cajon Isotermico CAMBRO)	ABC			
Datalogger	455			
Evento	Hora	Minutos	Segundos	Temperatura
Toma de temperatura	11	3	33	63°C
Ingreso cajon Isotermico " CAMBRO"	11	3	54	
Salida de cambro a ambiente	11	5	31	
Abre cajon Isotermico " CAMBRO"	11	35	16	
Abre empaque	11	35	39	
Toma de temperatura	11	36	20	55°C

Prueba 4: cajón isotérmico "CAMBRO" sin manta Térmica: Se inicia a partir de las 11:03 am con la misma temperatura inicial 63 °C en molde ABC tiempo de medición 30 minutos con traslado a cuarto.

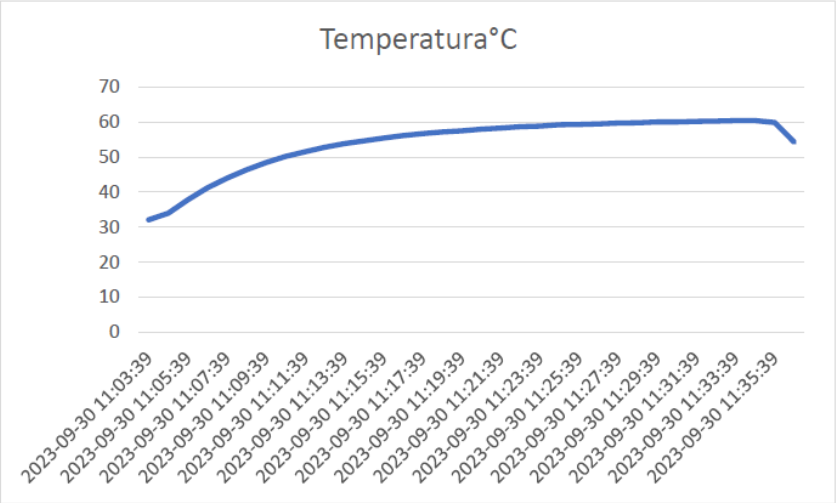


Ilustración 8. Fuente de imagen autores propios

Las pruebas 1 y 3 cajón isotérmico "CAMBRO" con manta tuvieron una diferencia de (8°C) donde la más alta fue la prueba 3 con temperatura final de (57°C) con hora de iniciación de medición a las 11:03 am, se pudo evidenciar una posible causa a este resultado dado el cambro llevaba más tiempo de conexión al de la prueba 1.

Tabla 7.

Resumen estadísticas Prueba 4 Cambro

Temperatura°C	
Media	54,0117647
Error típico	1,35226597
Mediana	57,35
Moda	60
Desviación estándar	7,88499783
Varianza de la muestra	62,1731907
Curtosis	1,57990715
Coeficiente de asimetría	-1,55388681
Rango	28,3
Mínimo	32,1
Máximo	60,4
Suma	1836,4
Cuenta	34

Discusión

De acuerdo a la investigación de campo realizada y los resultados obtenidos de las visitar realizas se determinó un factor clave que puede ser importante para mantener la temperatura de los almuerzos en los cambros como el uso de las mantas térmicas que resulto beneficioso, las cuales cumplieron con el objetivo del estudio reducir significativamente la perdida de calor en comparación con los cambros sin este revestimiento. Estos resultados implican una inversión de este elemento que puede generar un tipo de ahorro en el consumo energético como así mismo preservar la vida útil de los productos almacenados, mejorando su calidad de manera satisfactoria.

Por otro lado el precalentamiento de los cambros se debe realizar en el tiempo completo puesto que se identificó que para el estudio no tuvieron la misma cantidad lo que altero los resultados en cuento a la temperatura interna del producto un seguimiento adecuado de estos puede mejorar los procesos de entrega para aquellas rutas largas en las cuales los productos deben mantener una temperatura optima, un mantenimiento en un tiempo determinado para validar si se encuentran en buen estado sino cambiarlos o arreglarlos.

En resumen falta un proceso de control en cada uno de los procesos que determine unas acciones de mejora ya conociendo los resultados obtenidos en este estudio para mejorar el proceso de distribución de estos almuerzos

Referencias

Afanador Barajas, J, Villalba Cruz, F, Alvarado Riaño, L, Herreño Téllez, H y Murillo, O. (2022). Sistemas logísticos en la comercialización de productos agrícolas basados en la industria 4.0. Fundación Universitaria Compensar. Disponible en: https://repositoriocrai.ucompensar.edu.co/handle/compensar/5066

Villamil, D. N. S., Cachope, J. A. R., & Olave, N. G. J. (2019). Divulgación de información no financiera en las organizaciones: una mirada desde los informes de sostenibilidad y los reportes integrados. In La investigación e información corporativa: desde la perspectiva de los reportes integrados y el Gobierno corporativo (pp. 14-35). Fondo Editorial Universitario Servando Garcés.

Afanador Barajas, J. A., & Villalba Cruz, F. M. (2020). Sistemas logístico-sostenibles en redes de valor.

Browne, M., Allen, J., Nemoto, T., Patier, D., & Visser, J. (2012). Reducing social and environmental impacts of urban freight transport: A review of some major cities. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 39, 19-33. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.089

Dablanc, L. (2007). Goods transport in large European cities: Difficult to organize, difficult to modernize. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 41(3), 280-285. https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.05.005

Fernández, A. (2018). *Análisis de la pérdida de calor en diferentes tipos de empaques de alimentos* (Tesis de maestría). Universidad Politécnica de Madrid. https://repositorio.upm.es/handle/123456789/98765

Gonzalez-Feliu, J., & Morana, J. (2014). Collaborative transportation sharing: From theory to practice via a case study from France. Transportation Research Procedia, 4, 296-311. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.11.023

Hesse, M., & Rodrigue, J. P. (2004). The transport geography of logistics and freight distribution. Journal of Transport Geography, 12(3), 171-184. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.12.004

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. (2020). *Estudio sobre la eficiencia de materiales de empaque en la conservación térmica de alimentos*. INIA.

Quak, H., & de Koster, R. (2009). Delivering goods in urban areas: How to deal with urban policy restrictions and the environment. Transportation Science, 43(2), 211-227. https://doi.org/10.1287/trsc.1090.0265

Rodríguez Franky, F, Arias Jiménez, L, Rivera Alonso, J y Rodríguez Escobar, G. (2023). Sostenibilidad del modelo empresarial verde: Una evaluación al funcionamiento sostenible las pymes ecológicas. Fundación Universitaria Compensar. Disponible en: https://repositoriocrai.ucompensar.edu.co/handle/compensar/5056

Rodríguez Franky, F, Catumba Arias, J y Arias Jiménez, L. (2020). Negocios verdes. Fundación Universitaria Compensar. Disponible en: https://repositoriocrai.ucompensar.edu.co/handle/compensar/2943

Rodríguez, P., & López, G. (2022). Innovaciones en el empaque de alimentos para minimizar la pérdida de calor. En *Actas del Congreso Internacional de Tecnología Alimentaria* (pp. 89-101). Universidad de los Andes.

Sánchez, T., & Ruiz, L. (2020). Evaluación de la eficacia de distintos materiales de empaque en la reducción de la pérdida de calor en alimentos. *Revista de Tecnología de Alimentos*, 34(2), 56-70. https://doi.org/10.1234/rta.v34i2.5678