



Diseño metodológico para determinación de humedad de leches en polvo y validación del método rápido por balanza de humedad en comparación con el método oficial

Mateo Galvis Ortegón

Informe final para optar al título de ingeniero Agroindustrial

Tutor

Edwin Arcila, Magíster en Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería

Ingeniería Agroindustrial

El Carmen de Viboral, Antioquia, Colombia

2022

Cita	(Galvis Ortegón, 2022)
Referencia	Galvis, M. (2022). Diseño metodológico para determinación de humedad de leches en polvo y validación del método rápido por balanza de humedad en comparación con el método oficial, Semestre de práctica industrial. Universidad de Antioquia, Carmen de Viboral.
Estilo APA 7 (2020)	



Universidad de Antioquia
Asesor interno: Edwin Alberto Arcila
Productos lácteos Aura S.A.S



Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Leonardo Eulise Miranda Ramos

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de Contenido

Resumen.....	6
Abstract.....	7
Introducción	8
Objetivos.....	9
Objetivo general	9
Objetivos específicos	9
Marco teórico	10
Metodología	15
Fase 1: Metodología en laboratorio	15
Fase 2: Metodología en la empresa Auralac	18
Evaluación económica	18
Resultados.....	19
Fase 1: En laboratorio	19
Fase 2: En Auralac.....	24
Análisis económico y escenarios posibles	26
Discusión	28
Fase 1: Prácticas en laboratorio.....	28
Fase 2: prácticas en Auralac.....	37
Análisis económico y escenarios posibles	38
Conclusiones	40
Referencias.....	42
Anexos	44

Lista de tablas

Tabla 1. Datos obtenidos por el método oficial de secado en la Practica 1.....	19
Tabla 2. Datos obtenidos de la balanza alógena practica 1	20
Tabla 3. Datos obtenidos por el método oficial de secado en la Practica 2.....	21
Tabla 4. Datos obtenidos de la balanza alógena practica 2	21
Tabla 5. Datos obtenidos por el método oficial de secado en la Practica 3.....	23
Tabla 6. Datos obtenidos de la balanza alógena practica 3	23
Tabla 7. Datos obtenidos en la balanza halógena de Auralac	25
Tabla 8. Datos del certificado de calidad.....	25
Tabla 9. Costos de importación de leche en polvo	26
Tabla 10. Costos asociados a un porcentaje de humedad mayor.....	27

Lista de figuras

Figura 1. La curva de secado del arroz blanco	12
Figura 2. Reporte de consumo de los contingentes arancelarios leche en polvo	14
Figura 3. Comportamiento de la temperatura en la balanza halógena OHAUS MB45.....	16
Figura 4. Registro fotográfico de la práctica 1	20
Figura 5 Registro fotográfico de la practica 2	22
Figura 6. Registro fotográfico de la práctica 3	24
Figura 7. Registro fotográfico de la práctica en Auralac.	26
Figura 8. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 1, muestra 1.....	28
Figura 9. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 1, muestra 2.....	29
Figura 10. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 1, muestra 3	30
Figura 11. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 2, muestra 1	31
Figura 12. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 2, muestra 2	32
Figura 13. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 2, muestra 3	32
Figura 14. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 3, muestra 1	33
Figura 15. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 3, muestra 2	34
Figura 16. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 3, muestra 3	35
Figura 17. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 3, muestra 4	36
Figura 18. Comparación entre los datos arrojados por la balanza halógena y el certificado de calidad	37
Figura 19. Escenarios y costos por porcentajes de humedad extra.....	39

Resumen

El presente trabajo de grado, es una investigación y experimentación sobre los métodos para la determinación de humedad en las leches en polvo y enfatizando en la idea de validar la exactitud y aplicación del método rápido de determinación de humedad, en comparación con el método oficial. La investigación se enfocó en una de las grandes problemáticas que afrontan las industriales lecheras donde se ven afectadas por los desabastecimientos de leche cruda para desarrollar sus productos, esto las ha llevado a comprar e importar leche en polvo, principalmente de procedencia estadounidense debido a los acuerdos del tratado de libre comercio. Una base importante de la calidad está en la inspección de las materias primas, en este caso la leche en polvo un factor clave es la humedad la cual puede afectar tanto la integridad y los costos de la materia prima. Como metodología nos basamos en la NTC1036 en la cual se basa en la metodología IDF 26A: 2006, a la cual se le hizo una variación a la temperatura para modificar los tiempos del secado. El proyecto tiene como objetivo validar el método rápido por balanza halógena y además encontrar los parámetros que se ajusten y sirvan para programar la balanza halógena de la empresa Auralac S.A.S. Este trabajo contiene los respectivos resultados y análisis de las practicas que se realizaron en laboratorio con los cuales se llegó a una validación del método rápido por balanza halógena y además se dejaron claros los parámetros que se pueden usar en la balanza alógena de la empresa Auralac S.A.S. Finalmente se llegó unas conclusiones y recomendaciones encaminadas a la importancia de hacer seguimiento a la humedad en la leche en polvo.

Palabras clave: Leche en polvo, humedad, método rápido, método oficial, validación, Balanza halógena, costos

Abstract

The present degree work is an investigation and experimentation on the methods for the determination of humidity in powdered milks and emphasizing the idea of validating the accuracy and application of the rapid method of humidity determination, in comparison with the official method. The investigation focused on one of the great problems faced by dairy industries where they are affected by shortages of raw milk to develop their products, this has led them to buy and import powdered milk, mainly from the United States due to the agreements of the free trade agreement. An important basis of quality is in the inspection of raw materials, in this case powdered milk a key factor is humidity which can affect both the integrity and the costs of the raw material. As a methodology we rely on the NTC1036 which is based on the IDF 26A: 2006 methodology, to which a temperature variation was made to modify the drying times. The project aims to validate the rapid method by halogen balance and also find the parameters that are adjusted and used to program the halogen balance of the company Auralac S.A.S. This work contains the respective results and analysis of the practices that were carried out in the laboratory with which a validation of the rapid method by halogen balance was reached and also the parameters that can be used in the halogen balance of the company Auralac S.A.S. Finally, some conclusions and recommendations were reached aimed at the importance of monitoring moisture in powdered milk.

Keywords: Powdered milk, humidity, rapid method, official method, validation, Halogen balance, costs

Introducción

Las empresas fabricantes de productos y derivados lácteos vienen presentando un gran problema de desabastecimiento de leche cruda, especialmente, en la región del oriente antioqueño. La escasez presentada actualmente, está relacionada de manera directa con un aumento significativo en la capacidad productiva de la industria asentada en la región, lo que ha generado la necesidad de tener mayor disponibilidad de leche para su respectiva transformación.

Ante esta demanda creciente de materia prima, la industria láctea de la región se ha visto en la obligación de aumentar sus compras de leche en polvo para satisfacer sus necesidades. Con el presente trabajo se busca plantear una metodología para el diseño de una curva de humedad de leches en polvo y obtener unos parámetros para la programación de las curvas en las balanzas de humedad, debido a que este parámetro es clave en la determinación de calidad del producto y del cual, además, depende la vida útil del mismo.

Se realizó una validación del método rápido por balanza halógena mediante una comparación con el método oficial, se determinó una curva con parámetros fijos que fueran ajustables a la balanza de humedad de la empresa AURALAC con el fin de tener este parámetro para la verificación de la calidad de la leche en polvo.

Objetivos

Objetivo general

Realizar una validación del método rápido por balanza de humedad, haciendo un comparativo con los resultados obtenidos con el método oficial.

Objetivos específicos

- Estandarizar un procedimiento de laboratorio para la determinación de humedad de leche en polvo.
- Obtener parámetros que faciliten la programación y diseñar un modo de trabajo para balanzas de humedad con el fin de determinar la humedad de la leche en polvo.
- Programar la balanza de humedad de la empresa AURALAC, de acuerdo con los parámetros obtenidos en laboratorio, de forma que pueda ser usada en los análisis de calidad de la leche en polvo de la empresa.
- Realizar un análisis económico entorno a la humedad presente en la leche en polvo, donde se presente claridad sobre los costos que este parámetro puede conllevar.

Marco teórico

El sector lechero es uno de los grandes pilares de la economía de Colombia y que además tiene un gran potencial gracias a la implementación de nuevas tecnologías en la cadena productiva (León & Palacio, 2020). La producción de leche cruda en Colombia ha tenido un crecimiento progresivo desde el 2014 con una producción de 6.718 millones de litros, aumentando año tras año; como reflejo de esto, vemos que para el 2019 hubo una producción de 7.301 millones de litros y el acopio reportado para febrero de 2020 estuvo en el orden de 252.682.246 litros de leche cruda, captada especialmente en el sector primario; esto refleja un crecimiento de 5.7% comparado con el mismo periodo del año inmediatamente anterior, pero una disminución del 9,4% respecto al mes de enero del mismo año, comportamiento a tener en cuenta cuando la demanda en el mundo ha aumentado (FEDEGAN, 2021).

A la par que ha venido creciendo la producción de leche cruda, también ha venido creciendo el consumo de productos lácteos y sus derivados en la población colombiana. Para el caso de la leche, el consumo per cápita para el año 2010 fue de 139 litros, en comparación al año 2019 donde el consumo se situó en 158 litros. Se estima que se presente un aumento en relación con esta cifra, dadas las proyecciones en la transformación de derivados lácteos de diferentes categorías (FEDEGAN, 2021). Algunas estadísticas muestran que al finalizar el tercer trimestre de 2021 se comercializaron a países como Venezuela, Estados Unidos y Chile 5913 toneladas de productos lácteos por un valor FOB (Free on Board “libre a bordo”) superior a los 22,6 millones de dólares, sobrepasando los volúmenes de 2018, el del récord más reciente, cuando se enviaron 5 606 toneladas también a estos mismos países, así como los ingresos de 2017, de casi 22 millones USD (CONtextogadero, 2021).

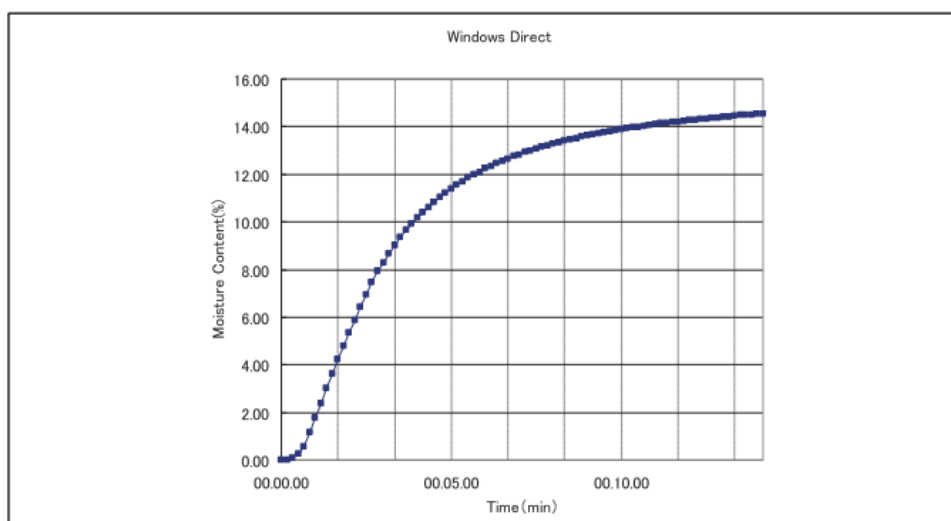
En la actualidad las pequeñas y grandes empresas del sector lechero han venido presentando inconvenientes no solo con el desabastecimiento de leche cruda, sino también por la alta demanda de productos lácteos procesados, que traen finalmente como consecuencia una sobredemanda que dificulta el acceso a la materia prima debido a que esta demanda es mayor a la oferta generado por sector primario y esto además causa un encarecimiento de la misma. Esto ha hecho que las empresas busquen alternativas, como la leche en polvo, la cual al ser reconstituida puede ser usada en la producción. La leche reconstituida es el producto uniforme que se obtiene mediante un proceso apropiado de incorporación de agua potable a la forma deshidratada o concentrada de la

leche, con la finalidad de que presente características composicionales fisicoquímicas y organolépticas similares a la leche líquida original (Decreto 616, 2006).

Para la leche en polvo, al igual que con otros alimentos, se deben cumplir con unos requisitos básicos contemplados en normas específicas de obligatorio cumplimiento. En Colombia, actualmente está vigente el Decreto 616 de 2006 de obligatorio cumplimiento en productos lácteos; adicional a éste, existen también normas de referencia, no obligatorias, como son la NTC 1036 y CXS 207 del Codex Alimentarius. En esta normatividad están contempladas las especificaciones composicionales y de calidad de la leche en polvo. Uno de los parámetros más importantes en la leche en polvo es la humedad, la cual no debe estar por encima del 4% m/m (Decreto 616, 2006). En La leche en polvo, la lactosa está presente en estado amorfo, no cristalino y metaestable. En estas condiciones, la lactosa tiende a absorber humedad. Esto resulta en una plastificación de la misma, lo que incrementa la movilidad molecular y se puede traducir en una transición al estado cristalino. Esta situación puede acelerar los cambios degenerativos y el crecimiento de microorganismos (Jouppila & Roos, 1994).

La humedad también puede ser asociada con cambios físicos como el aumento de peso y cambio en la densidad aparente en la leche en polvo. Para conocer la humedad en las materias primas y/o productos algunas empresas cuentan con balanzas de humedad halógenas, pero estas deben ser calibradas con base a las curvas de secado de cada materia prima o producto. Las curvas de secado son curvas construidas a partir de datos experimentales que dan información sobre la velocidad de secado de un alimento bajo determinadas condiciones, la velocidad de secado es la pérdida de humedad sobre una unidad de tiempo y con esto se construyen gráficas de pérdida de humedad; en caso de la Figura 1 se representa una curva de secado, donde se muestra la cantidad de humedad arrebatada de la muestra en el tiempo.

Figura 1. La curva de secado del arroz blanco



Nota. Fuente

<https://www.ssi.shimadzu.com/sites/ssi.shimadzu.com/files/Products/literature/Balances/C054-E067B.pdf>

Un problema frecuente que afecta a muchas de las medianas y pequeñas empresas que se desempeñan en la elaboración de derivados lácteos, es el costo de los equipos para medición de humedad y además el costo de calibración que estos implican. Algunos fabricantes no cuentan con las curvas de calibración de algunas sustancias, lo que implica contactar con laboratorios externos, hecho que genera costos adicionales y tiempos de espera significativos.

Otro aspecto importante a la hora de tratar con leche en polvo, es el almacenamiento, ya que se deben controlar los parámetros de humedad relativa, temperatura, oxígeno y otros, para mantener su calidad y composición original (Bocci & Casas, 2013), por lo que se hace necesario evaluar también las condiciones de almacenamiento.

Ahora, la cantidad de humedad de la leche en polvo también tiene una influencia en los costos. Al tener un exceso de humedad, por encima de lo estipulado en certificados de calidad y fichas técnicas del proveedor, se verían afectados los rendimientos y finalmente los precios. En Colombia se importa en mayor cantidad leche descremada, porque su costo es menor al de la leche en polvo entera, de modo que, ante el alza de precios, los industriales han optado por este derivado.

Para agosto de año 2021, la leche en polvo descremada lidera la tabla de importación con 16,790 t con un costo de USD 42,866,000, con una participación en el total gastado en estas

compras de 50 %. En cuanto a leche en polvo entera, ya se importaron 7,223 t por un valor CIF (Cost, Insurance and Freight) de USD 23,504,000. De este modo, mientras que una tonelada de leche en polvo descremada traída del exterior le costó a una empresa colombiana en 2021 un promedio de USD 2,526, la misma cantidad, pero de leche en polvo entera fue de USD 3254, una diferencia cercana al 30 %. De Estados Unidos provienen alrededor 15,542 t de leche en polvo descremada (CONtextogadero, 2021a).

La humedad puede costar millones a las empresas y mas a empresas donde pueden a llegar a comprar cientos de toneladas al año. En el caso de Auralac, se han importado 486 toneladas hasta la fecha con un costo de importación de 13,840,000 COP por tonelada de leche en polvo descremada. Estos costos pueden variar por diversas razones, ya sea por aranceles o por los ciclos de producción de leche, teniendo en cuenta que hay épocas donde se produce más leche que otras (Z. Soto, Comunicación personal, 07 de marzo de 2022).

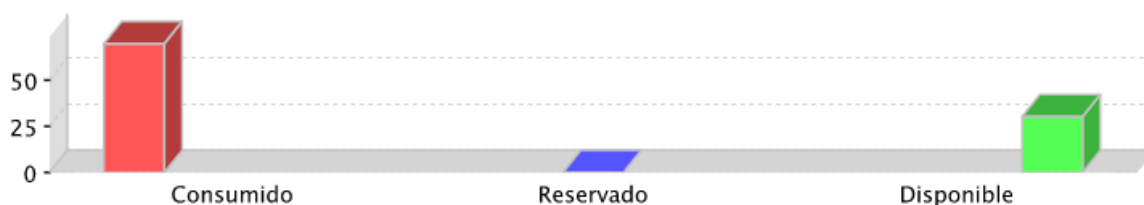
Debido al tratado de libre comercio, Colombia al año renueva un contingente de leche en polvo; este es un cupo que indica cuanta leche importada puede ser nacionalizada sin tener el costo adicional del arancel, en pocas palabras, es una cantidad de leche en polvo que puede ser importada sin arancel. Como se indica en el artículo “Para el año 2022 el contingente es de 14,266 toneladas. El presidente de Fedegan (Federación Colombiana de Ganaderos), señaló que en menos de un mes ya se ha nacionalizado casi el 70 % del contingente de importación de leche en polvo sin arancel de todo el 2022 establecido en el Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos” (Portalechero, 2022).

A la fecha según el reporte de la Dian sobre el consumo y reservas de los contingentes arancelarios, se han consumido 9.900 toneladas que equivalen al 69,79 %. El mismo registro oficial indica que resta por consumir 4.300 toneladas, esto es el 30,2 % del citado contingente (Portalechero, 2022).

Figura 2. Reporte de consumo de los contingentes arancelarios leche en polvo

Acuerdo comercial:	TLC. con EEUU - cód acuerdo 097- Grav cupos	
Descripción de la mercancía sujeta a cupo:	Leche en Polvo	
Subpartidas arancelarias:	0402.10.10.00,0402.10.90.00,0402.21.11.00,0402.21.19.00,0402.21.91.00,0402.21.99.00	
Cantidad inicial del cupo:	14266000	
Cod. unidad de control:	Kilogramo	kg
Vigencia del cupo:	01-ene-2022 -- 31-dic-2022	

Cant. Consumida	% Consumido	Cant. Reservada	% Reservado	Cant. Disponible	% Disponible
9956125 kg	69.79 %	0 kg	0.00 %	4309875 kg	30.21 %



Nota. Fuente (Informe DIAN).

Después de agotado el 100% del cupo del contingente, las empresas importadoras podrán continuar comprando leche en polvo, con el agravante para los ganaderos colombianos que el arancel ya no será de 11 % como estaba estipulado en las negociaciones del TLC con USA para el año 2020, sino que se aplicará uno mucho menor que es del 8,8 % (Opinión Caribe, 2022).

Teniendo en cuenta lo anterior, después de agotado el cupo del contingente Auralac proyecta la importación de leche en polvo tendrá un costo de 18'000.000 COP por tonelada, cabe aclarar que este un valor aproximado debido a que el precio de la leche en polvo es sensible a cambios, ya sea por el valor en la bolsa, como el valor el peso con respecto al dólar o incluso los ciclos de producción. En este estimado también se cuenta los seguros y la logística para que la materia prima llegue hasta la empresa. Acá es donde entra a tener gran peso e importancia tener control sobre la humedad de la leche en polvo ya que si tomamos como base los 18'000.000 COP por importar una tonelada de leche en polvo y se trabaja bajo la suposición de un 0,01% de humedad extra en la materia prima, se estaría pagando alrededor de 180.000 COP solo en importar peso en agua.

Metodología

Fase 1: Metodología en laboratorio

Teniendo como base la NTC 1036 uno de los métodos oficiales para determinar la humedad de la leche en polvo es el estándar IDF 26A: 1993 el cual ha sido actualizado y modificado al estándar internacional ISO 5537 o IDF 26A: 2006, con este método obtenemos la humedad en porcentaje masa (m/m%). Será necesario:

- Balanza analítica, capaz de pesar con una precisión de 1 mg, con una legibilidad de 0,1 mg.
- Estufa de secado, capaz de mantenerse a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en todo el espacio de trabajo, con ventilación, termostáticamente controlada.
- Regulador de presión constante, provisto de limitadores, capaz de suministrar 33 ml / min de aire seco a cada columna en el horno de secado
- Tubo de policarbonato de 350 mm de longitud y 40 mm de diámetro, relleno de gel de sílice con indicador higrométrico. El gel de sílice debe haberse secado a $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante más de 12 horas antes de su uso. Usando el aire comprimido seco, no debe notarse ningún cambio de color del indicador higrométrico.
- Desecador, que contiene gel de sílice recién secado con indicador higrométrico.
- Columnas de polipropileno duro, de 90 mm de longitud, de interior 20 mm de diámetro, provisto de dos filtros de polietileno, estrechos hacia un extremo para encajar en el bloque.
- Tapones sintéticos, fabricados en polietileno blando.
- Recipiente, apto para contener las columnas.
- Recipiente apto para contener los tapones sintéticos.
- Varilla, de policloruro de vinilo (PVC), de 120 mm de longitud, de 18 mm de diámetro, apta para colocar filtros de polietileno en la columna.
- Pinzas, adecuadas para retirar los filtros de polietileno de la columna.
- Medidor de película de jabón, apto para medir un caudal de 33 ml / min.
- Aire comprimido seco, presión mínima de 200 kPa, contenido de humedad de 0,01 mg H₂O por litro a presión atmosférica, libre de cualquier material orgánico. Utilice tubos metálicos solo para conectar la fuente de aire comprimido al equipo en el horno de secado.

- Recipiente de vidrio provisto de tapa hermético

Procedimiento:

La Muestra: Que sea verdaderamente representativa y que no haya sido dañada ni cambiado durante el transporte o almacenamiento. Se utilizó un plan de muestreo estadístico para garantizar homogeneidad de la muestra, incluso después de la mezcla intensiva. Se tomaron muestras aleatorias, por lote y marca de leche en polvo descremada que ingresan a la empresa Auralac S.A.S. Hasta el momento estas marcas son importadas.

En laboratorio se realizaron 3 prácticas en las cuales se hizo un comparativo entre el método rápido y el método oficial. El método rápido se realizó con una balanza de humedad halógena de la marca OHAUS modelo MB45, está ya cuenta con una configuración estandarizada para la leche en polvo, pero debe ser programado, para esto se configuró la temperatura para mantenerla a 105°C.

Figura 3. Comportamiento de la temperatura en la balanza halógena OHAUS MB45



Nota. Fuente (Autor).

Como se observa en el Figura 3, la temperatura llega a subir hasta los 140°C durante pocos minutos (método rápido, presente por defecto en la configuración del equipo), pero esta desciende y se estabiliza en 105°C en la cual se programó. Además, se debe configurar para que el equipo se apague en automático si pasados 60 segundos no hay cambio en el porcentaje de humedad. Los resultados de la balanza de humedad sirvieron como validación para el método oficial. El método

oficial se hizo en una estufa programada para llegar a 105°C, los ensayos del método oficial se hicieron por triplicado para cada muestra y así garantizar una mayor exactitud en los resultados

Una porción de la muestra, de entre 5 a 6 gramos se secaron en una estufa a 105 ° C durante 3 h mientras se pasa aire seco a través de la porción de la muestra, al evidenciarse que no hay cambio de peso durante un rango de tiempo, se detiene el secado ya que la muestra se encontraría en zona de velocidad constante donde la muestra pierde en su totalidad el contenido de agua libre. Se determina la pérdida de masa de la muestra de ensayo (que está relacionada con el contenido de agua "no ligada químicamente") mediante la ecuación 1 (Ec.1),. Para obtener la curva de secado será necesario saber el cambio en el peso durante el tiempo de secado, se dispondrá de un cronómetro el cual marcará los tramos en los cuales se evidencie un cambio en el peso de masa. Con esta información se hará una gráfica de tiempo vs humedad.

El cambio de la masa estaría determinado por la ecuación 1:

$$\Delta m = m_i - m_f \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

Δm : Cambio en masa, pérdida de peso

m_i : Masa inicial de leche en polvo

m_f : Masa final de leche en polvo

El porcentaje de humedad estará determinado por la ecuación 2:

$$\%H = \frac{\Delta m}{m_i} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

$\%H$: Porcentaje de humedad

Δm : Cambio en masa, perdida de peso

m_i : Masa inicial de leche en polvo

Las condiciones de almacenamiento de la leche en polvo estuvieron en los rangos de temperatura de 15 a 24°C y de humedad relativa entre 55 a 70%, estas son los rangos de almacenamiento aceptables para muchas materias primas, además de que son las que se manejan en la empresa Auralac S.A.S de la cual se tomarán las muestras.

Fase 2: Metodología en la empresa Auralac

Al igual que las prácticas en laboratorio, se necesitó de una balanza de halógena, en este caso de la marca SHIMADZU referencia MCO63u, esta balanza no cuenta con una configuración para la leche en polvo por lo cual se debe de hallar la configuración adecuada teniendo en cuenta los resultados de las prácticas en laboratorio.

Después de hallada la configuración adecuada para la balanza halógena se procederá a realizar el secado de tres muestras de leche en polvo del mismo lote y de la cual ya se conozca su humedad estimada; los resultados permitieron validar la exactitud y la adecuada configuración de la balanza. Con los resultados obtenidos se determinó la cantidad de muestra que se va usar y ver los tiempos de secado, buscando un procedimiento optimo y exacto.

Evaluación económica

Para la evaluación económica se pactarán reuniones donde se abordarán los temas de costos de importación y logística de la leche en polvo, y discutirá el papel de humedad en los costos asociados a la leche en polvo.

Resultados

Fase 1: En laboratorio

Se usaron 9 capsulas, por cada lote se hizo la prueba por triplicado. Se pesó cada capsula sin leche en polvo; durante la prueba el peso que nos arrojaba la balanza es el total de la capsula más el de la leche en polvo, de este modo al restar el peso de la capsula obteníamos el peso neto de la leche durante el tiempo de secado y esta forma conocer el cambio de masa final respecto a la masa inicial. De esta forma se desarrollaron los cálculos de las 3 prácticas. Para las últimas dos prácticas se adicionó el uso de un desecador, esto para poder enfriar las muestras antes de realizar el reporte del peso.

Practica 1

Tabla 1. Datos obtenidos por el método oficial de secado en la Practica 1

METODO OFICIAL					TIEMPO DE SECADO			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	CAPSULAS	PESO CAPSULA	PESO MUESTRA	60 MIN	90 MIN	120 MIN	% HUMEDAD
M1	Lote: C21050256	C1	54,6	5,04	4,82	4,82	4,82	4,37
		C2	57,08	5,04	4,83	4,83	4,83	4,17
		C3	55,96	5	4,81	4,8	4,8	4
							HUMEDAD PROM	4,18
							DESVIACIÓN ESTANDAR	0,18276958
METODO OFICIAL					TIEMPO DE SECADO			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	CAPSULAS	PESO CAPSULA	PESO MUESTRA	60 MIN	90 MIN	120 MIN	% HUMEDAD
M2	Lote: C21225257	C1	42,01	5,05	4,82	4,82	4,82	4,55
		C2	48,65	5,06	4,84	4,83	4,83	4,55
		C3	56,44	5,01	4,8	4,8	4,8	4,19
							HUMEDAD PROM	4,43
							DESVIACIÓN ESTANDAR	0,20693562
METODO OFICIAL					TIEMPO DE SECADO			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	CAPSULAS	PESO CAPSULA	PESO MUESTRA	60 MIN	90 MIN	120 MIN	% HUMEDAD
M3	Lote: 2661/3	C1	57,01	5,07	4,86	4,85	4,85	4,34
		C2	99,15	5,04	4,82	4,82	4,82	4,37
		C3	69,67	5,06	4,84	4,84	4,84	4,35
							HUMEDAD PROM	4,35
							DESVIACIÓN ESTANDAR	0,01315515

Nota. Fuente (Autor).

Tabla 2. Datos obtenidos de la balanza alógena práctica 1

METODO RAPISO (BALANZA DE HUMEDA OHAUS MB45)				
MUESTRA	LOTE	PESO MUESTRA	TIEMPO (MIN)	% HUMEDAD
M1	C21050256	4,998	12:10	3,86
M2	C21225257	5,09	9:09	4,13
M3	266/1/3	5,016	4:58	3,53

Nota. Fuente (Autor).

Figura 4. Registro fotográfico de la práctica 1



Nota. Fuente (Autor).

Practica 2

Tabla 3. Datos obtenidos por el método oficial de secado en la Practica 2

METODO OFICIAL					TIEMPO DE SECADO			% HUMEDAD
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	CAPSULAS	PESO CAPSULA	PESO MUESTRA	60 MIN	90 MIN	120 MIN	
M1	Lote: A09321	C1	48,66	5,04	4,83	4,83	4,82	4,37
		C2	54,6	5,05	4,86	4,86	4,85	3,96
		C3	56,44	5,03	4,85	4,84	4,84	3,78
							HUMEDAD PROM	4,03
							DESVIACIÓN ESTANDAR	0,30075512
METODO OFICIAL					TIEMPO DE SECADO			% HUMEDAD
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	CAPSULAS	PESO CAPSULA	PESO MUESTRA	60 MIN	90 MIN	120 MIN	
M2	Lote: F07621	C1	57,08	5,06	4,86	4,87	4,86	3,95
		C2	55,96	5,04	4,85	4,85	4,85	3,77
		C3	42,01	5,01	4,8	4,81	4,81	3,99
							HUMEDAD PROM	3,90
							DESVIACIÓN ESTANDAR	0,11853771
METODO OFICIAL					TIEMPO DE SECADO			% HUMEDAD
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	CAPSULAS	PESO CAPSULA	PESO MUESTRA	60 MIN	90 MIN	120 MIN	
M3	Lote: K10621	C1	69,67	5,05	4,87	4,86	4,86	3,76
		C2	99,16	5	4,8	4,8	4,8	4,00
		C3	57,01	5,02	4,83	4,82	4,82	3,98
							HUMEDAD PROM	3,92
							DESVIACIÓN ESTANDAR	0,13283095

Nota. Fuente (Autor).

Tabla 4. Datos obtenidos de la balanza alógena practica 2

METODO RAPISO (BALANZA DE HUMEDA OHAUS MB45)				
MUESTRA	LOTE	PESO MUESTRA	TIEMPO (MIN)	% HUMEDAD
M1	A09321	5,063	12:56	4,25
M2	F07621	5,033	10:43	4,19
M3	K10621	5,019	4:42	4

Nota. Fuente (Autor).

Figura 5 Registro fotográfico de la practica 2



Nota. Fuente (Autor).

Practica 3

Para este ensayo se usaron dos muestras de la practica 1 y dos muestras de la practica 2, con el fin de hacer una verificación en las humedades ya que para las últimas dos practicas se usó el desecador. De la practica uno se tomaron los lotes C21225257 de la marca francesa SOFIVO y el lote 266/1/3 de la marca polaca MKOMA; De la practica 2 se tomaron los lotes A09321 y F07621, Ambos de la marca americana Dairy America.

Tabla 5. Datos obtenidos por el método oficial de secado en la Practica 3

METODO OFICIAL					TIEMPO DE SECADO			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	CAPSULAS	PESO CAPSULA	PESO MUESTRA	60 MIN	90 MIN	120 MIN	% HUMEDAD
M1	Lote: C21225257	C1	42,01	5	4,79	4,79	4,79	4,20
		C2	48,65	5,04	4,83	4,83	4,83	4,17
		C3	57	5,02	4,82	4,81	4,81	4,18
HUMEDAD PROM								4,18
DESVIACIÓN ESTANDAR								0,01666671
METODO OFICIAL					TIEMPO DE SECADO			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	CAPSULAS	PESO CAPSULA	PESO MUESTRA	60 MIN	90 MIN	120 MIN	% HUMEDAD
M2	Lote: 266/1/3	C1	54,6	5,04	4,85	4,85	4,85	3,77
		C2	99,15	5,07	4,88	4,88	4,88	3,75
		C3	69,67	5,08	4,9	4,83	4,83	3,74
HUMEDAD PROM								3,75
DESVIACIÓN ESTANDAR								0,01545498
METODO OFICIAL					TIEMPO DE SECADO			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	CAPSULAS	PESO CAPSULA	PESO MUESTRA	60 MIN	90 MIN	120 MIN	% HUMEDAD
M3	Lote: A09321	C1	55,97	5,02	4,83	4,82	4,82	3,98
		C2	56,87	5,04	4,84	4,84	4,84	3,97
		C3	57,08	5,03	4,85	4,85	4,83	3,98
HUMEDAD PROM								3,98
DESVIACIÓN ESTANDAR								0,00790489
METODO OFICIAL					TIEMPO DE SECADO			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	CAPSULAS	PESO CAPSULA	PESO MUESTRA	60 MIN	90 MIN	120 MIN	% HUMEDAD
M4	Lote: F07621	C1	57,39	5,08	4,89	4,88	4,88	3,94
		C2	55,44	5,07	4,87	4,87	4,86	4,14
		C3	56,44	5,05	4,86	4,86	4,85	3,96
HUMEDAD PROM								4,01
DESVIACIÓN ESTANDAR								0,11221848

Nota. Fuente (Autor).

Tabla 6. Datos obtenidos de la balanza alógena practica 3

METODO RAPISO (BALANZA DE HUMEDA OHAUS MB45)				
MUESTRA	LOTE	PESO MUESTRA	TIEMPO (MIN)	% HUMEDAD
M1	C21225257	5,016	4:54	4,19
M2	266/1/3	5,019	5:10	3,77
M3	A09321	5,044	4:57	3,93
M4	F07621	5,02	5:18	4,02

Nota. Fuente (Autor).

Figura 6. Registro fotográfico de la práctica 3



Nota. Fuente (Autor).

Fase 2: En Auralac

La segunda fase de la experimentación se llevó a cabo en Auralac, haciendo uso de la balanza de humedad con la que cuenta la empresa. Auralac cuenta con una balanza de la marca SHIMADZU, referencia MOC63u; esta balanza ya cuenta con unas curvas dentro de su programación, pero su funcionalidad era diferente a la usada en el laboratorio de la Universidad de Antioquia, lo cual fue un problema durante la experimentación.

En el caso de la curva rápida la balanza alcanzaba valores muy altos de temperatura, lo cual hacía que la muestra se quemara y presentara la coloración típica de la reacción de Maillard junto a procesos de caramelización, y los valores de humedad eran altos porque también se estaba eliminando el agua ligada de la muestra.

Se decidió trabajar con otra curva, la cual permitía tener una temperatura estándar y sin variación y un apagado automático; los parámetros de la curva fueron los siguientes: una curva automática, con una temperatura estándar de 120°C y un apagado automático si el cambio de humedad era menor 0.1% en un minuto, se usaron muestras de 4 gramos debido a que esta cantidad disminuye el tiempo de secado. Esta configuración fue la que menos daño ocasionó a la muestra y arrojó menor tiempo de secado.

En este caso se decidió trabajar con una muestra de leche en polvo que había acabado de llegar a la empresa de la marca americana DARIGOLD, debido a que las muestras que se trabajaron en el laboratorio de la universidad ya presentaban alta humedad, por las condiciones de almacenamiento y al uso a las que fueron sometidas. Se hizo uso del dato de humedad entregado por el fabricante, el cual estaba reportado en el certificado de calidad.

Tabla 7. Datos obtenidos en la balanza halógena de Auralac

METODO RAPIDO (BALANZA DE HUMEDA SHIMADZU MOC63u)				
MUESTRA	LOTE	PESO MUESTRA	TIEMPO (MIN)	% HUMEDAD
C1	1002129301	4.027	5:10	3,68
C2		4,056	4:49	3,52
C3		4,094	5:04	3,57
Prom				3,59
Desv. Estandar				0,081853528

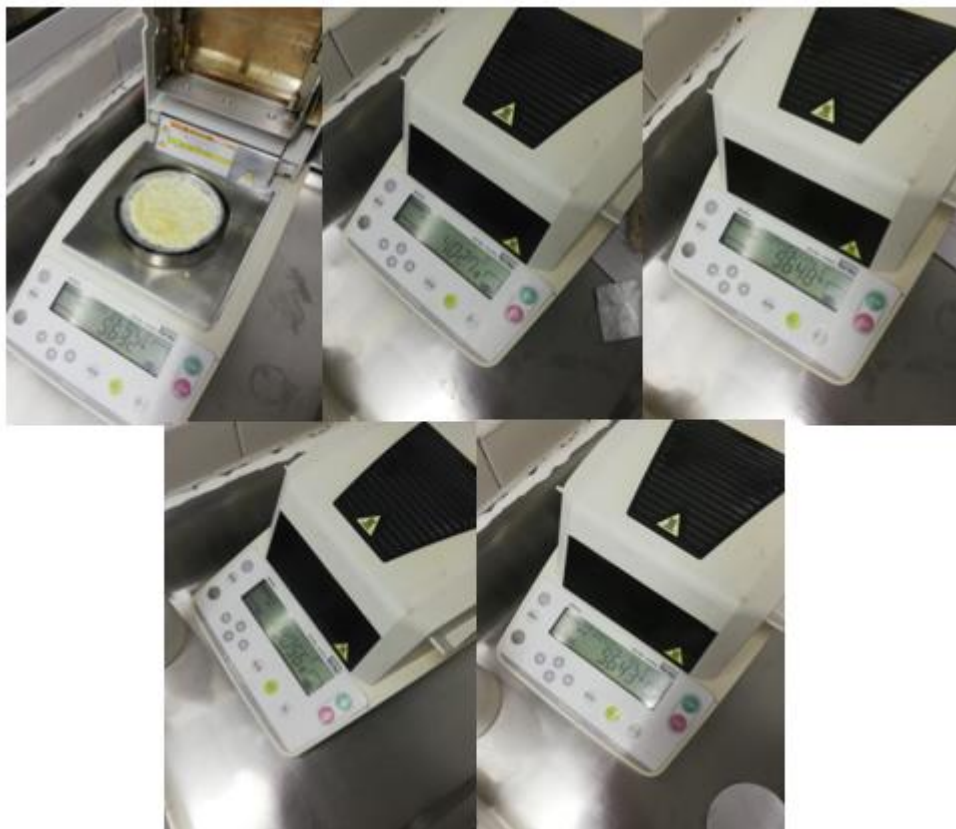
Nota. Fuente (Autor).

Tabla 8. Datos del certificado de calidad

Lot Number	10021292	10021292	10021293
Sublot Number	06	07	01
Weight -LB	13778.75	2755.75	22046
Number of Bags	250	50	400
Production Date	19-OCT-2021	19-OCT-2021	20-OCT-2021
Expiry Date	19-OCT-2023	19-OCT-2023	20-OCT-2023
Tests	Results	Results	Results
Moisture	3.21	3.21	3.36

Nota. Fuente (Certificado de calidad Auralac).

Figura 7. Registro fotográfico de la práctica en Auralac.



Nota. Fuente (Autor).

Análisis económico y escenarios posibles

Teniendo en cuenta los datos suministrados por el grupo QBCO y Auralac, se obtuvo la siguiente tabla.

Tabla 9. Costos de importación de leche en polvo

1er trimestre/2022		
Costo importación (COP/ton)	Cantidad importada (ton)	Costo Total de importación (COP)
\$ 13.840.000,00	513,875	\$ 7.112.030.000,00

Nota. Fuente (Autor).

Cabe recalcar que la leche que ingresó a Auralac en el primer trimestre del año 2022, ingresa sin el costo extra del arancel.

En la reunión que se tuvo con la líder de compras y el grupo QBCO, se planteó evaluar tres escenarios donde la humedad estuviera de 0,1% hasta 0,3% por encima de lo estipulado en las fichas técnicas y se decidió trabajar con base a las cantidades ingresadas en primer trimestre del año 2022. Esto para tener un dato más tangible de lo que se está pasando en el caso de que la leche importada en el último trimestre tenga un porcentaje de humedad por encima de lo reportado en las fichas técnicas.

Tabla 10. Costos asociados a un porcentaje de humedad mayor

Escenarios y costos			
% de humedad en exceso	Cantidad importada (ton)	Costo Total de importación (COP)	Costo asociado a la humedad en exceso
0,1%	513,875	\$ 7.112.030.000,00	\$ 7.112.030,00
0,2%			\$ 14.224.060,00
0,3%			\$ 21.336.090,00

Nota. Fuente (Autor).

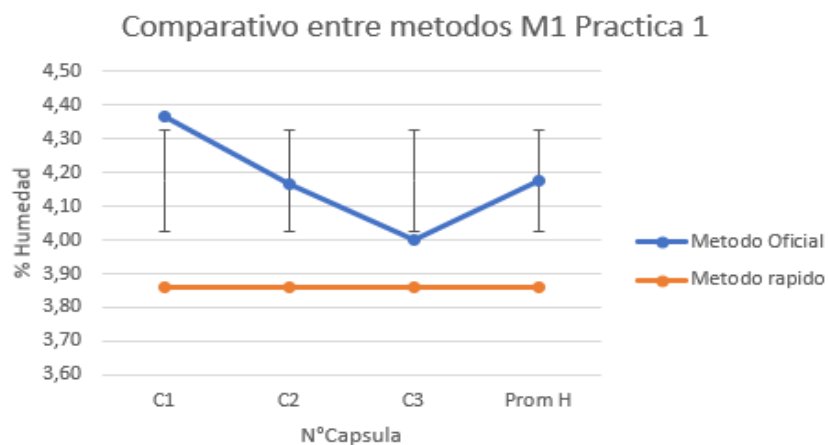
Discusión

Fase 1: Prácticas en laboratorio

En la práctica 1 se evidencia una diferencia entre los resultados arrojados por el método oficial y el método rápido por balanza halógena, esta diferencia se pudo haber dado por muchos factores, entre esos factores tenemos en cuenta los ambientales como la humedad relativa durante el ensayo, también para esta práctica no se hizo uso del desecador por lo cual las muestras se pesaron en caliente y además que la balanza de humedad no había tenido uso por un largo periodo de tiempo; adicional encontramos que los equipos como las balanzas también poseen un error intrínseco que puede afectar las mediciones. Tomando como ejemplo la muestra 1 (M1) cápsula 1 (C1), una variación de + 0.02g en peso de la muestra al finalizar el tiempo de secado puede hacer que el porcentaje de humedad pase de 4.36 %H a 3,96 %H en caso contrario donde variación sea de - 0.02g, la humedad estaría en el orden de 4.76%H.

Esta al ser la primera práctica también se estaba ensayando la metodología de tal manera que se pudiera estandarizar un proceso que no incurriera en tantos errores, por obvias razones esta práctica fue la que presentó más error en los resultados. Haciendo un cálculo de la diferencia entre los datos arrojados por el método oficial y el método rápido encontramos que hay una diferencia promedio de 0.39%H lo cual es una diferencia muy alta que no da veracidad a la prueba.

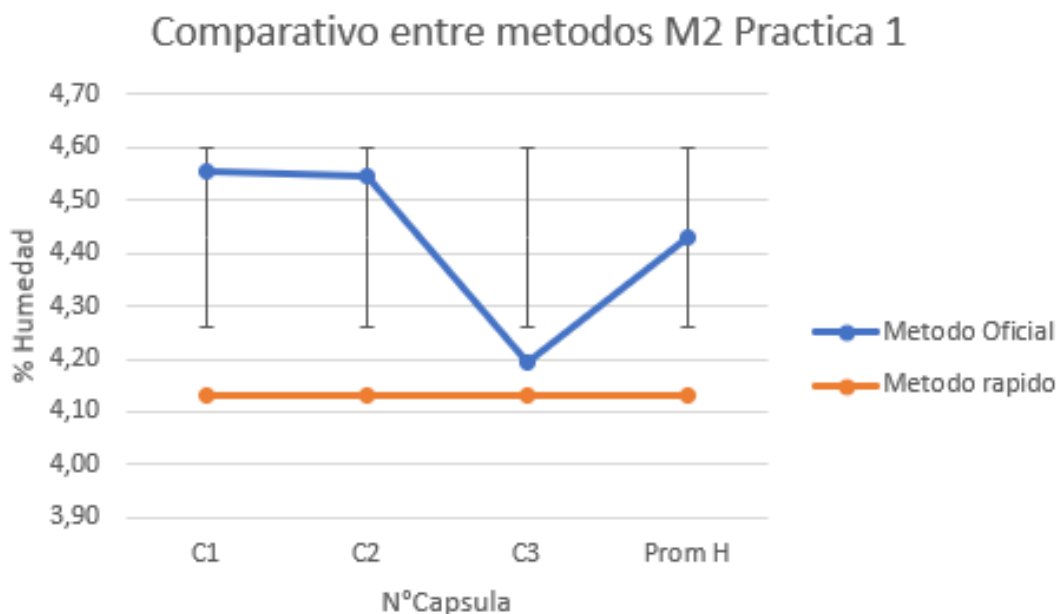
Figura 8. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 1, muestra 1



Nota. Fuente (Autor).

En el grafico es posible ver cómo las mediciones para la muestra 1 (M1) tienen una gran variación, incluso las barras de error muestran como varió la humedad en las 3 cápsulas que contenían la muestra 1 (M1).

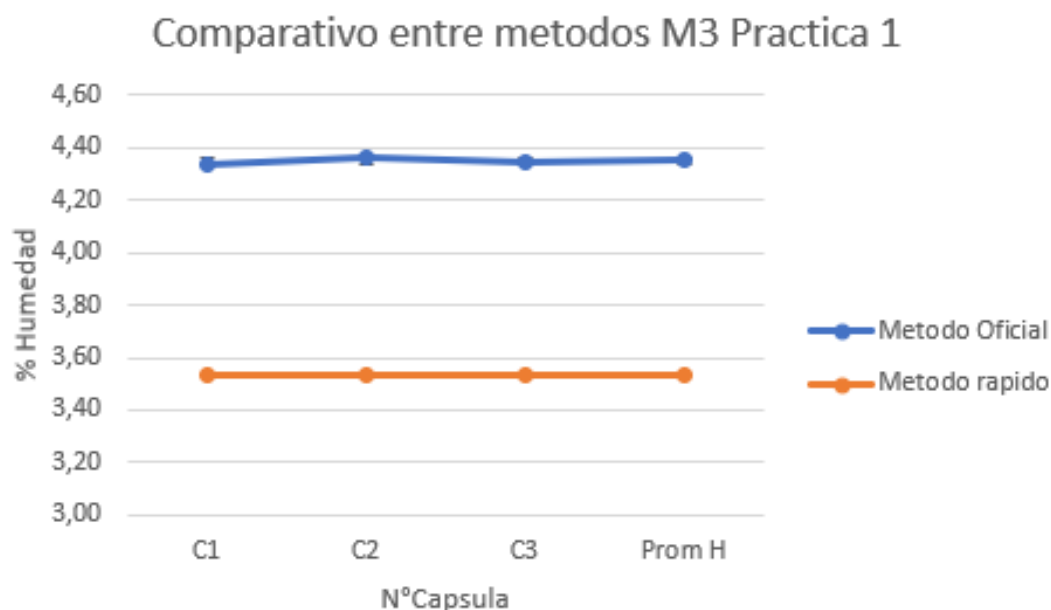
Figura 9. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 1, muestra 2



Nota. Fuente (Autor).

De nuevo y al igual que en la M1, la muestra 2 (M2) presenta una gran variación entre el método oficial y el método rápido, excepto en el dato de la capsula 3 donde la diferencia entre lo arrojado por el método oficial y el método rápido apenas fue de 0.06 %H; al igual en este caso el método oficial arrojó dos datos con la misma magnitud, en la cápsula 1 y 2, pero cápsula 3 estuvo muy por debajo de los datos de las otras dos cápsulas, esto género que las barras de error fueran más evidentes.

Figura 10. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 1, muestra 3

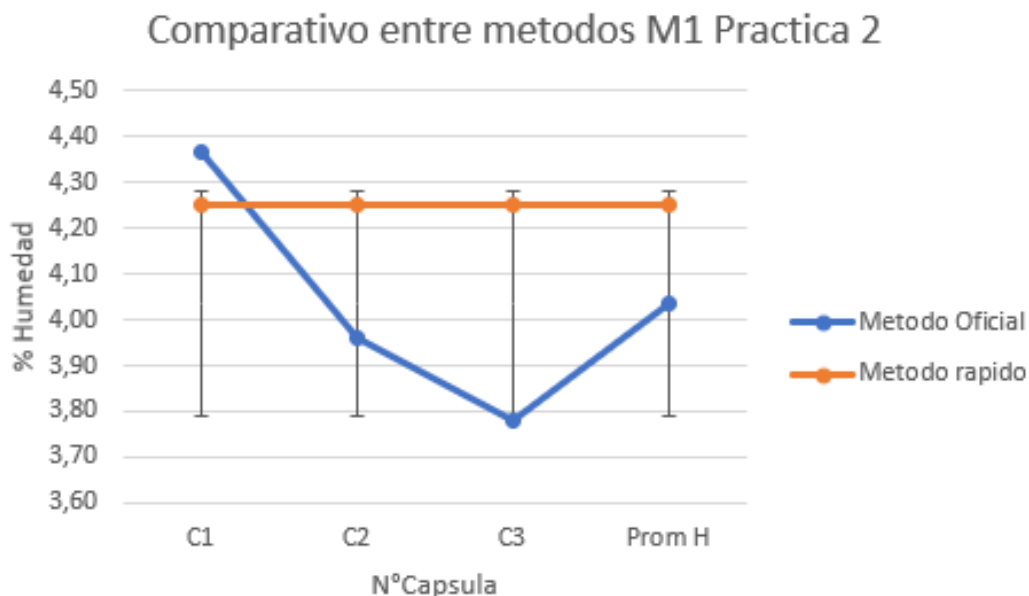


Nota. Fuente (Autor).

En el caso de la muestra 3, el método oficial y el método rápido dieron valor de humedad muy distanciados, pero encontramos una regularidad en método oficial ya que los valores de las 3 capsulas fueron muy similares y las barras de error son casi imperceptible, esto puede ser un punto a favor para la experimentación, teniendo en cuenta que lo que se buscaba era tener un procedimiento en laboratorio que fuera estandarizado para evitar errores en los resultados.

Para la práctica 2 hacemos uso del desecador, con el fin de poder pesar las muestras en frío y garantizando que no ganaran humedad del ambiente en el proceso. Este cambio en el procedimiento significaba una mejora en las mediciones, pero también significaba estandarizar el proceso de nuevo, ahora haciendo uso del desecador, esto obviamente era una fuente de posibles errores. En este caso la balanza de humedad ya había tenido un uso previo y nos garantizaba una calibración, además de los parámetros ya establecidos por el fabricante para la leche en polvo.

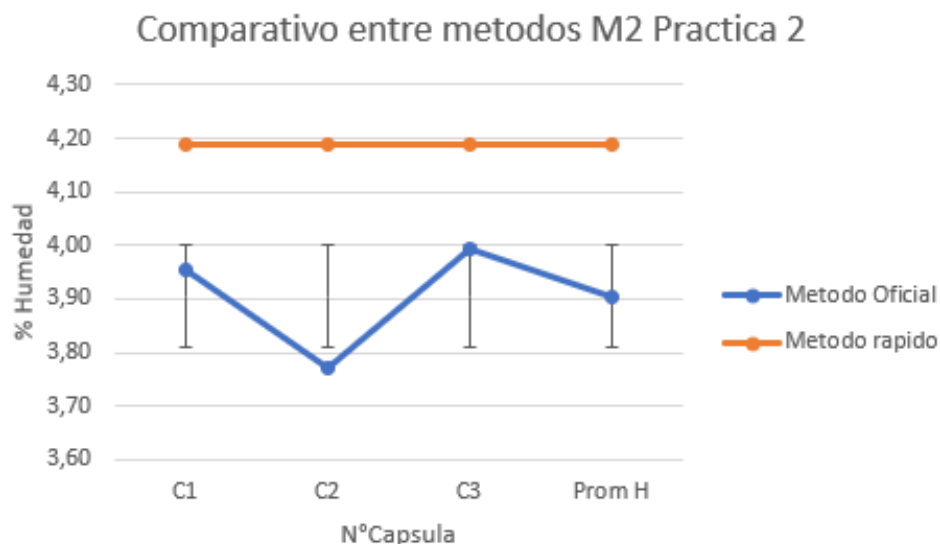
Figura 11. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 2, muestra 1



Nota. Fuente (Autor).

En la práctica 2 ya teniendo el desecador, se evidenció que las mediciones de las humedades por método oficial también presentaban grandes diferencias, esto se pudo deber a un error en la metodología por la inclusión del desecador, teniendo en cuenta que este ya sería una parte clave en el procedimiento de pesaje de las muestras que estaban en estufa. Ahora, el promedio de humedad del método oficial en comparación con la humedad obtenida con el método rápido presenta una diferencia menor que a las muestras analizadas en la práctica 1; En el caso de la práctica 2 y muestra 1 la diferencia fue de 0,22 %H, en la práctica 1 y muestra 1 la diferencia fue de 0,32 %H

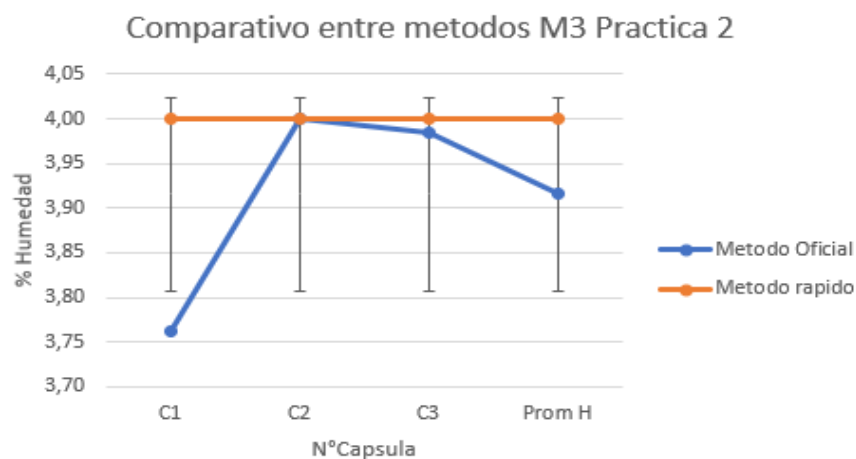
Figura 12. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 2, muestra 2



Nota. Fuente (Autor).

En el caso de la muestra dos, de nuevo observamos variación en los pesos finales en las cápsulas, además de que al igual que muestra 1, el método oficial arrojó un dato de humedad por debajo de lo obtenido con la balanza de humedad halógena. Las barras de error de nuevo dejan en evidencia la variación, pero también la diferencia entre el dato de humedad promedio del método oficial y el dato de la balanza halógena es menor a las diferencias obtenidas en la practica 1.

Figura 13. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 2, muestra 3



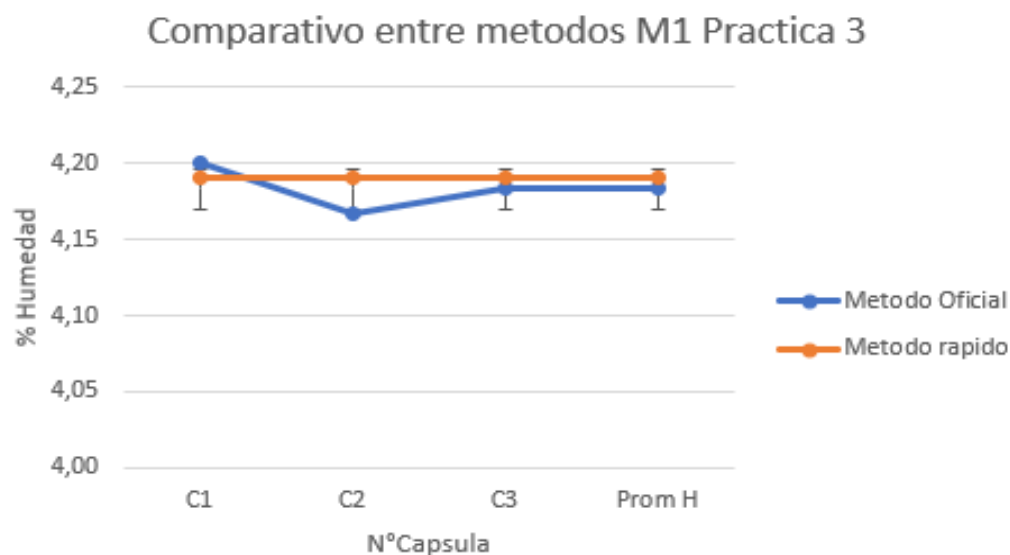
Nota. Fuente (Autor).

En el caso de la muestra 3 de la práctica encontramos dos puntos claves, uno es que es la muestra donde hay menos diferencia entre el método oficial y el método rápido, la diferencia es solo de 0,08% H, obviamente teniendo en cuenta solo el valor del promedio de humedad. Segundo vemos que la cápsula 2 presenta el mismo %H que la muestra pasada por la balanza halógena y, además, la cápsula 3 solo tiene una diferencia de 0,02 %H con respecto al valor obtenido por el método rápido.

Teniendo conocimiento de que las diferencias fueron menores en la práctica 2 en la cual se usó el desecador, para la práctica 3 también se programó el usar este equipo; también, ya se tenía una metodología más estandarizada en el uso del desecador y se esperaba que en la práctica 3 los errores fueran mínimos. Igualmente se cronometró el tiempo que las cápsulas iban a estar en el desecador, la cual fue de 10 min, esto buscando que haya una uniformidad en la experimentación.

Para la práctica 3 los datos fueron prometedores y nos permitieron llegar a una validación de las humedades obtenidas por el método rápido y el método oficial. En este caso las diferencias fueron menores a las obtenidas en las dos anteriores prácticas, donde la mayor diferencia fue de 0,05 %H.

Figura 14. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 3, muestra 1

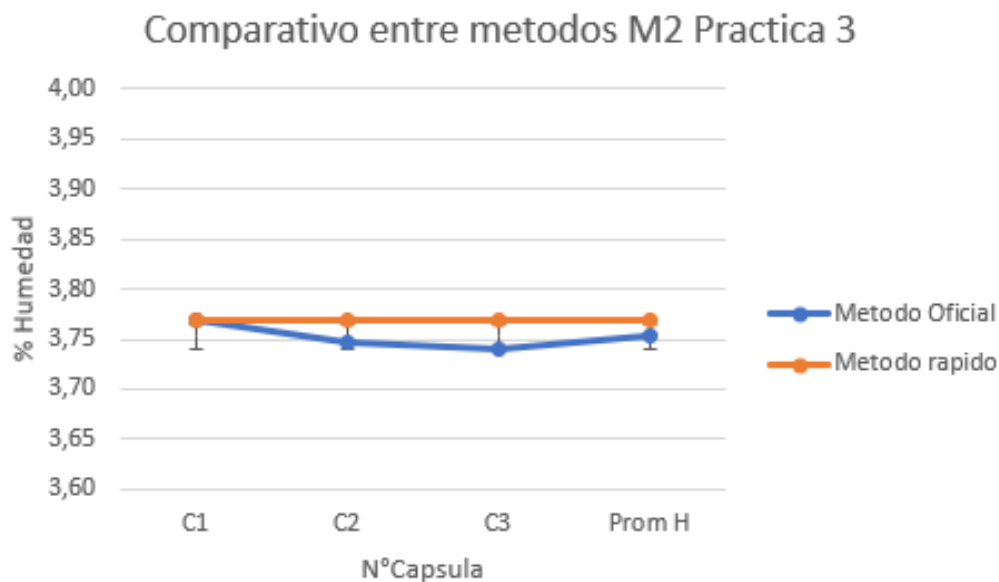


Nota. Fuente (Autor).

En el caso de la muestra 1 se observa poco error entre los datos arrojados por las tres cápsulas, y comparado con el resultado del método rápido, la diferencia fue de tan solo 0,01 %H.

Es un valor válido dentro de la experimentación teniendo en cuenta los errores asociados a los equipos de humedad como la balanza.

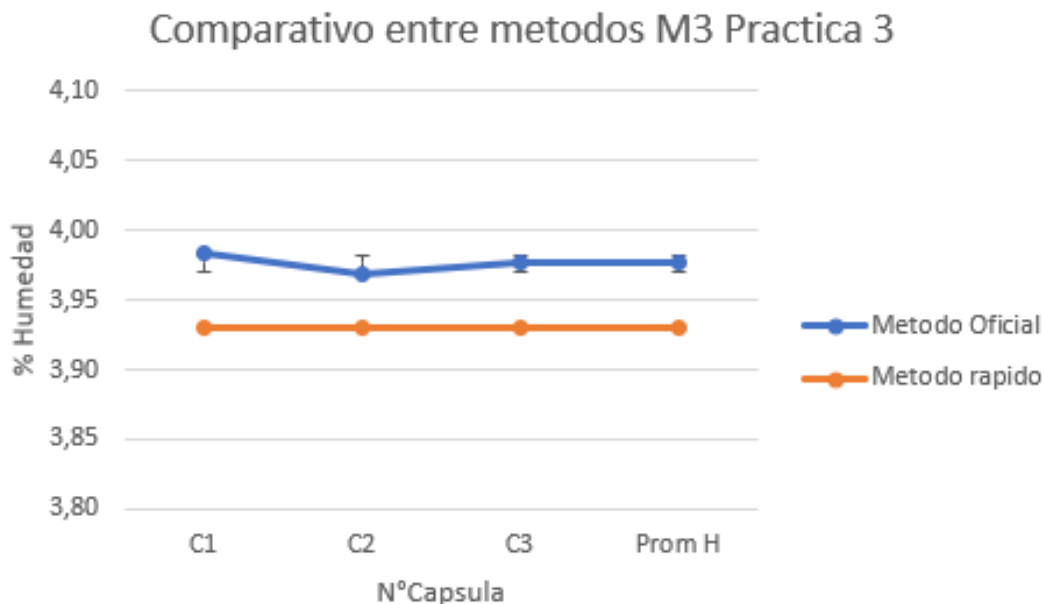
Figura 15. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 3, muestra 2



Nota. Fuente (Autor).

Para el caso de la muestra 2 también encontramos que el error entre las cápsulas es menor a las otras prácticas y de nuevo al igual que muestra 1 la humedad obtenida por el método rápido es un poco más alta, para el caso de esta muestra la diferencia fue de 0,02 %H, lo cual sigue siendo un parámetro aceptable en comparación a las otras prácticas.

Figura 16. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 3, muestra 3

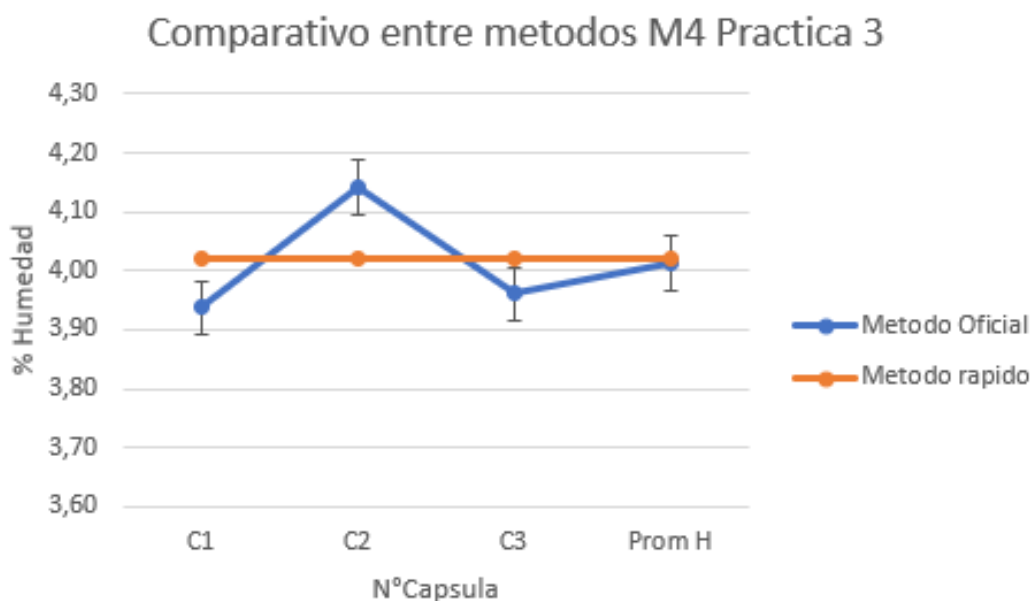


Nota. Fuente (Autor).

Este fue un caso particular en la práctica 3, debido a que fue la que mayor diferencia tuvo entre los dos métodos, la diferencia fue de 0,05 %H, Pero si vemos a fondo, es valor que sigue estando por debajo de las diferencias que se dieron en las practicas 1 y 2; podemos considerar que es dentro de lo aceptable para la experimentación, igualmente el error asociado a la experimentación también pudo haber influenciado el resultado en la práctica.

Analizando las capsulas encontramos que hubo poca variación en el %H entre las tres, esto también nos puede dar un indicio de que la medida del método rápido pudo ser la que tuvo la variación en el %H, ya que las balanzas halógenas son susceptibles a cambios en la humedad relativa del ambiente y/o a corrientes de aire.

Figura 17. Comparación entre los datos arrojados por los dos métodos en la práctica 3, muestra 4

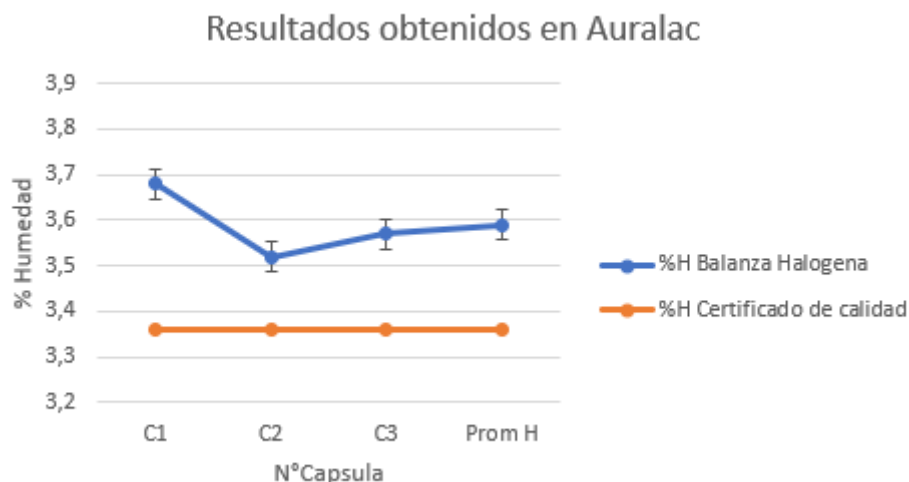


Nota. Fuente (Autor).

Finalmente, para la muestra 4 encontramos variación mayor entre las tres cápsulas, pero esto provocado por la cápsula 2, la cual tiene un dato más desviado respecto a las cápsulas 1 y 3, de nuevo es algo normal dentro de la experimentación además la probabilidad de error puede hacer que existan desfases en la medida de las humedades, en este caso pudo haber sido por una mala medida del tiempo de retención en el desecador o por una mala medida en el tiempo de retención dentro de la estufa. Cabe recalcar que al final el promedio de humedad obtenido por las tres cápsulas, es tan solo 0,01 %H por debajo de la humedad obtenida por el método rápido.

Fase 2: prácticas en Auralac

Figura 18. Comparación entre los datos arrojados por la balanza halógena y el certificado de calidad



Nota. Fuente (Autor).

Se observa que la humedad obtenida en la balanza halógena es mayor a la reportada en el certificado de calidad, esto puede ser por múltiples factores, ya sea por la configuración de la balanza, que como se mencionó anteriormente sus configuraciones son muy limitadas y en otros ensayos llegaba al punto de quemar las muestras, también hay que tener en cuenta que esta leche en polvo tiene fecha de producción del 20 de octubre del 2021 y que además estuvo sometida a transporte marítimo por lo cual las condiciones de humedad tenderían a aumentar (BARREIRO, 2018). La diferencia promedio entre los datos arrojados por la balanza y el dato de humedad entregada por el fabricante es de 0,23%*H*, lo cual no es un valor aceptable teniendo en cuenta que dentro del plan de calidad el rango de aceptabilidad está $\pm 0,1\%H$.

Ahora si tenemos en cuenta la desviación estándar nos encontramos con un dato más alentador, recordando que el resultado de esa fue de 0,82 aproximadamente, lo cual está por debajo del rango de aceptabilidad de la Empresa Auralac y también nos indica que hay una correlación entre los datos y es reflejo de una buena repetibilidad en la experimentación. Igualmente, no es un resultado que genere confianza, por lo que no se garantiza que la humedad arrojada por la balanza sea el exacto o pueda ser usado como un valor verídico ante queja de no conformidad; como se

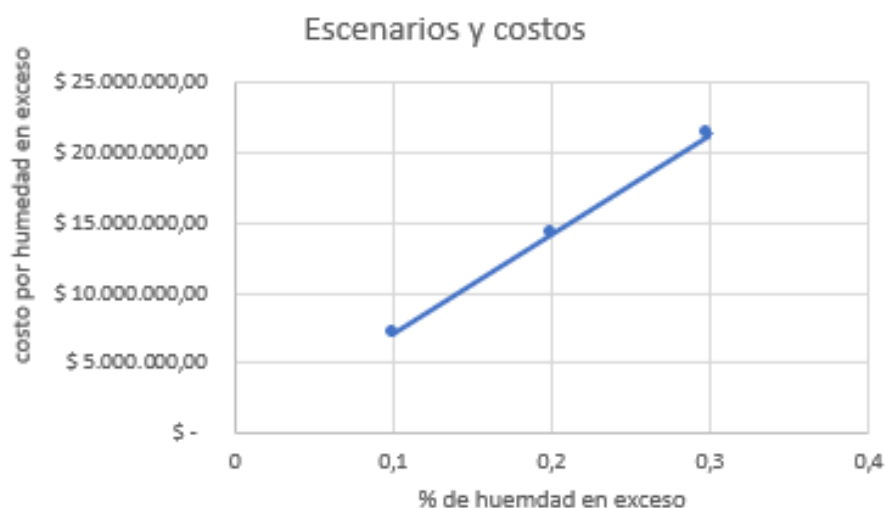
explicó anteriormente la balanza tiene funciones muy limitadas para realizar una configuración adecuada para leche en polvo.

Análisis económico y escenarios posibles

Como se observa en la tabla 8, Auralac en el primer trimestre del año 2022 ha importado aproximadamente 514 toneladas de leche en polvo, esta leche se nacionalizó sin el costo extra del arancel por lo cual su costo de importación fue de 13'840.000 COP por tonelada; hay que recordar que debido a que para el momento que empiece aplicar el arancel a las importaciones de leche en polvo, los costos importación pueden llegar cerca a los 18'000'000 COP, esto no solo porque la leche en polvo que entra debe pagar arancel sino que también entran a jugar las épocas de producción, el precio en la bolsa y otros costos internos los cuales la empresa por razones de seguridad y privacidad no compartió.

En la Tabla 9, se evaluaron tres escenarios donde la humedad leche en polvo estaría 0,1%, 0,2% y 0,3% por encima de lo plasmado en la ficha técnica de la materia prima. Para dar a entender la idea, se crearon escenarios muy pesimistas, teniendo en cuenta de que no todos los ingresos de leche en polvo iban a estar por encima de los valores aceptados de humedad, aun así si hablamos de un promedio total de las humedades de todos los ingresos podría darse el caso de que la humedad este por 0,1% o 0,2% por encima, claro ejemplo de esto son los lotes A09321 y F06721 de la marca americana Dairy America que a la hora del análisis arrojaron un contenido de humedad del 4,25% y 4,19% respectivamente. Como dato adicional, de los lotes anteriormente mencionados ingresaron aproximadamente 50 toneladas.

Figura 19. Escenarios y costos por porcentajes de humedad extra



Nota. Fuente (Autor).

Como se observa en el grafico 11, en caso de que las casi 514 toneladas de leche en polvo que se han importado llegaran a tener 0,1% de humedad extra, se estaría pagando 7'112.030 COP solo en agua. Esto equivale a estar importando 514 Kg solo en agua. De esta misma manera se puede analizar el escenario donde el extra de humedad es de 0,2%, en este caso los valores se duplican, ya no serían 7'112.030 COP sino 14'224'060 COP y del total de peso que se está importando 1024 Kg serian de agua, ya en este caso dos vemos que con lo que se está pagando de importación solo por el peso en agua, se podría pagar la importación de una tonelada de leche en polvo. Finalmente, para el escenario 3 los valores serian el triple de los del escenario 1.

Conclusiones

- A pesar de que en las primeras dos prácticas los valores arrojados por el método oficial y el método rápido no eran cercanos y presentaban una gran diferencia, conforme se fue estandarizando y controlando el proceso de secado por el método oficial, los errores se redujeron hasta unos valores de aceptabilidad apropiados para el proceso y también para la Empresa Auralac. Pasando de tener diferencias de magnitud 0,8% y 0,3% de humedad en las prácticas 1 y 2 respectivamente, a una diferencia de 0,05% de humedad en la práctica 3, cabe recalcar que esta fue la mayor diferencia entre el método oficial y rápido para esa práctica. Justo la última práctica permitió ver que había gran correlación entre los porcentajes de humedad obtenidos por ambos métodos y nos sirvió para validar el método rápido como un método eficiente y preciso de medir la humedad presente en la leche en polvo. De acuerdo a los parámetros internos de la empresa Auralac el error admisible para el parámetro de humedad de la leche en polvo es de $\pm 0,1\%$, esto quiere decir que los resultados obtenidos en la práctica 3 son aceptables para la organización.
- Como objetivo se había planteado encontrar los parámetros y programación de la balanza halógena de Auralac para obtención de la humedad de la leche en polvo. Se encontró que los parámetros adecuados para programar la balanza eran siguientes: Curva rápida o Fast, temperatura de 105°C y apagado automático A60 o $\Delta H0,01$. Al momento de ingresar los parámetros obtenidos a la balanza de Auralac se encontró el inconveniente de que esta balanza tiende a subir mucho la temperatura en la curva rápida como resultado quemaba la muestra y el dato de la humedad no era exacto, se concluyó que la curva rápida no era la adecuada para realizar el secado de la leche en polvo en la SHIMADZU MCO63u. Se decidió trabajar con otra curva, pero los datos obtenidos no eran confiables además de que en ocasiones se presentaba quemaduras en la muestra. Se concluye que para determinar este parámetro de calidad de la leche en polvo es necesario comprar una balanza que permita controlar mejor el proceso y que afecte la muestra de leche en polvo, Balanzas como la OHAUS MB45 y la METTER TOLEDO HE73 son buenas opciones. Como Anexo 1 se deja un instructivo útil y vigente para la empresa Auralac, en este se dejan plasmados los parámetros y programación para la determinación de humedad de la leche en polvo.

- El análisis tampoco arroja datos alentadores, teniendo en cuenta que solo un 0,1% de humedad extra en la leche en polvo ya les podría estar costando alrededor de 8 millones de pesos colombianos esto en el caso de Auralac la cual para el primer del año 2022 importo alrededor de 514 toneladas, en términos generales 13,840 COP que se pierden por tonelada, hay que tener en cuenta que esta es la pérdida estima para este tiempo en que aún no se cobra el arancel de importación, para el mes de mayo esta misma cantidad extra de humedad puede significar un mayor costo. En palabras de las personas y jefes del área de compras de la empresa Auralac, indican que tener un valor fijo de los costos que implica que la leche en polvo traiga una humedad mayor a lo estipulado por el fabricante en las fichas técnicas y certificados de calidad, no es posible debido a que la leche en polvo al ser una materia prima que se cotiza en la bolsa puede tener cambios en el precio de un día para otro, quiere decir que trabajamos bajo estimaciones. A pesar que se trabaja bajo estimaciones, es preocupante la cantidad de dinero que se puede estar perdiendo tanto por no tener controlado y supervisado un parámetro tan importante como lo es la humedad. La conclusión por parte de la empresa es que se debe prestar más atención al monitoreo de este parámetro de calidad. Se hace necesario llevar más control y evitar las pérdidas económicas.


Referencias

- Barreiro, J. (2018, 9 abril). *Transporte marítimo de mercancías*. Cargo Inspection service S.L. Recuperado 15 de febrero de 2022, de <https://cargoinspection.net/wp-content/uploads/2018/07/C-1.1-Ocurrencia-de-los-da%C3%B1os-por-condensaci%C3%B3n.pdf>
- Bocci, D., & Casas, M. (2013, 10 septiembre). *Producción de Leche en Polvo Entera, Parcialmente Descremada y Descremada*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO. Recuperado 15 de noviembre de 2021, de https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/7878/producciondelecheenpolvo.pdf
- Colombia. Ministerio de la Protección Social. Decreto 616. *Por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendia, importe o exporte en el país*. 16 de febrero, 2006. Recuperado 11 de noviembre de 2021, <https://www.ica.gov.co/getattachment/15425e0f-81fb-4111-b215-63e61e9e9130/2006d616.aspx>
- CONtextogadero. (2021a, agosto 30). *Importaciones de leche en polvo y otros derivados costaron más de USD 85 millones en 1er semestre de 2021*. CONtextogadero. Recuperado 15 de noviembre de 2021, de <https://www.contextogadero.com/economia/importaciones-de-leche-en-polvo-y-otros-derivados-costaron-mas-de-usd-85-millones-en-1er>
- CONtextogadero. (2021, 8 noviembre). *En septiembre se superó el volumen anual de exportaciones más alto de los últimos 5 años*. CONtextogadero. Recuperado 11 de noviembre de 2021, de <https://www.contextogadero.com/economia/en-septiembre-se-supero-el-volumen-anual-de-exportaciones-mas-alto-de-los-ultimos-5-anos>
- FEDEGAN. (2021). *Estadísticas-Producción. Federación Colombiana de Ganaderos*. Recuperado 21 de noviembre de 2021, de <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/produccion-0>
- Jouppila, K., & Roos, Y. H. (1994). *Glass Transitions and Crystallization in Milk Powders*. Elsevier, 77, 2–3. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030294772313>
- Leon, I., & Palacio, Y. (2020). *Análisis comparativo del sector lácteo colombiano frente a la Alianza del Pacífico. Universitaria Agustiniiana*. Recuperado 25 de noviembre de 2021, de <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/1477/LeonGomez-IngridLorena-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Opinión Caribe. (2022, 27 enero). *Colombia ya recibió de EE. UU 10 mil toneladas de leche en polvo sin arancel. Opinión Caribe*. Recuperado 10 de febrero de 2022, de <https://www.opinioncaribe.com/2022/01/27/colombia-ya-recibio-de-ee-uu-10-mil-toneladas-de-leche-en-polvo-sin-arancel/>
- Portalechero. (2022, 31 enero). *Colombia: Fedegán alerta por exceso de importaciones de leche en polvo en solo el primer mes de 2022*. Portalechero.com. Recuperado 10 de febrero de 2022,

de <https://portalechero.com/colombia-fedegan-alerta-por-exceso-de-importaciones-de-leche-en-polvo-en-solo-el-primer-mes-de-2022/>

Anexos

Anexo 1. Instructivo para determinación de humedad en la leche en polvo.

	DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DE LA LECHE EN POLVO	Código:
	SECADO POR BALANZA HALÓGENA	Versión: 1
	INSTRUCTIVO PARA LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN LA LECHE EN POLVO	Fecha: 05/03/2022
		Página: 44 de 48

OBJETIVO	Ejemplo: Establecer los pasos y actividades para la determinación de humedad de la leche en polvo.
ALCANCE	<p>Escriba en este espacio donde tendrá aplicabilidad este documento, es decir en qué proceso inicia o desde qué momento, y finalmente donde finaliza.</p> <p>Desde: La recepción de materia prima</p> <p>Hasta: Inspección de materias primas</p>
RESPONSABLES	Analistas de calidad
RECURSOS	<ul style="list-style-type: none"> - Balanza de humedad halógena - Recipiente contenedor - Leche en polvo - Analista de calidad

DEFINICIONES

% Humedad: Es el contenido de agua presente en un alimento, en este caso la leche en polvo.

A60: Este parámetro es el que determina el apagado automático del equipo, indica que si pasado 60 segundos el cambio en el porcentaje de humedad es menor 0,01 el equipo termina el secado.

Balanza de humedad halógena: Es un Analizador de Humedad que puede utilizarse para determinar el contenido de humedad de prácticamente cualquier sustancia. Cuando la desecación termina, el resultado se muestra cómo % de contenido de humedad, % sólido, peso o % de tolerancia de humedad.

Curva rápida: Es uno de los parámetros internos de la balanza, la balanza puede contener varias curvas. Esta curva ayuda a que el proceso de secado sea más rápido.

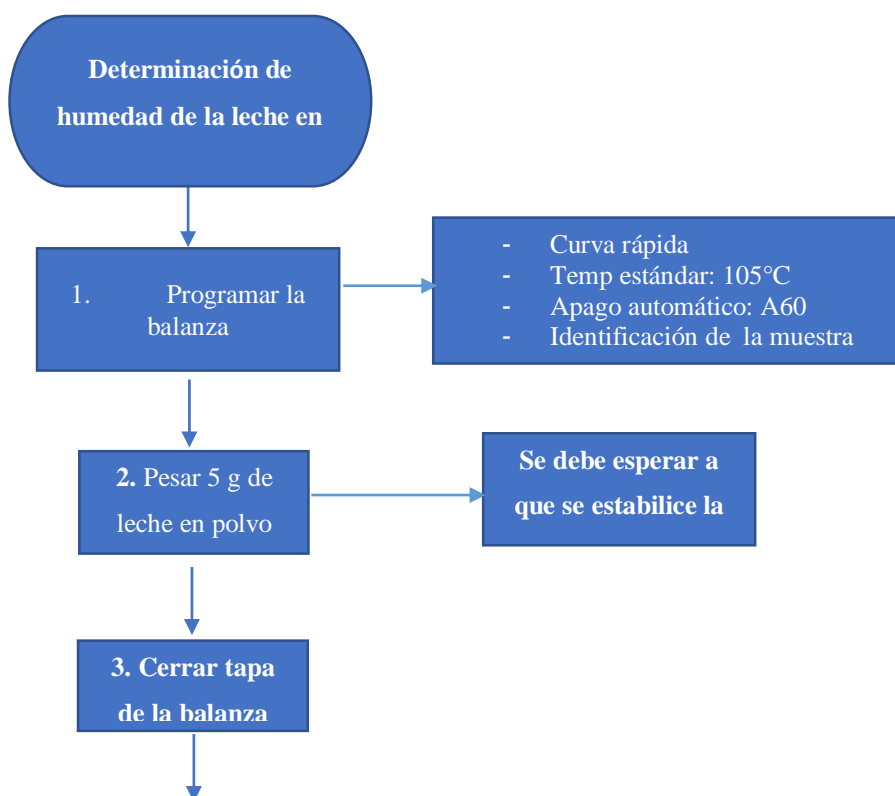
Leche en polvo: Es el producto que se obtiene por la eliminación del agua de constitución de la leche higienizada. (Resolución 616 de 2006).

Programación: Son los parámetros con los que se programa la balanza y que pueden ser diferentes dependiendo de que alimento se va a secar.

Temp Estándar: Temperatura a la cual va trabajar la balanza en su fase estable.


FLUJOGRAMA




Es la representación gráfica del flujo secuencial de las actividades del procedimiento. Recuerde que el diseño del flujograma se debe realizar considerando la orientación de arriba hacia abajo, o de izquierda a derecha.





DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

No.	ACTIVIDAD	IMAGEN (Si Aplica)	DESCRIPCIÓN	REGISTRO ASOCIADO	RESPONSABLE
1.	Programar la balanza	NA	Se ingresan los parámetros con los que va trabajar la balanza. En este caso: Curva rápida Temp estándar: 105°C Apago automático: A60 Identificación de la muestra	NA	Analista de Calidad
2.	Pesar 5 g de leche en polvo		Pesar 5 gramos en la balanza integrada al equipo.	NA	Analista de Calidad

No.	ACTIVIDAD	IMAGEN (Si Aplica)	DESCRIPCIÓN	REGISTRO ASOCIADO	RESPONSABLE
3.	Cerrar tapa de la balanza		Se baja la parte superior de la balanza y se espera a que la balanza estabilice el peso	NA	Analista de Calidad
4.	Se presiona Start e inicia el proceso de secado		Después de que la balanza se estabilice, se procede a iniciar el proceso de secado, el equipo tiene un botón de inicio "Start".	NA	Analista de Calidad
5.	Realizar lectura y registro de la humedad		Después de que el equipo detenga el proceso de secado automáticamente se hace lectura de la humedad presente en la leche en polvo	Base de datos de ingreso e inspección de MP y ME	Analista de Calidad

PUNTOS DE CONTROL

QUE SE CONTROLA	ACTIVIDAD DONDE SE CONTROLA	COMO SE CONTROLA	ACCIÓN A TOMAR	RESPONSABLE DEL CONTROL
Curva de trabajo	1	Desde la programación del equipo se selecciona la curva con la que se va a realizar el secado	Se debe reprogramar el equipo y volver a realizar procedimiento.	Analista de Calidad
Temperatura estándar	1	El equipo durante su programación permite determinar una temperatura estándar de trabajo.	Se debe reprogramar el equipo y volver a realizar procedimiento.	Analista de Calidad
Parámetro de apagado Automático	1	El equipo permite el apagado automático, el código de apagado en este caso es el A60	Se debe reprogramar el equipo y volver a realizar procedimiento.	Analista de Calidad
Peso de la muestra	2	El equipo cuenta con una balanza integrada, se debe pesar 5 gramos de leche en polvo	Descartar la muestra y volver a pesar	Analista de Calidad

CONTROL DEL DOCUMENTO E HISTORIAL DE CAMBIOS

VERSIÓN	FECHA APROBACIÓN	DESCRIPCIÓN DE CAMBIOS	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
1	05/03/2022	NA	Mateo Galvis – Aprendiz Calidad		