18

DETERMINACIÓN

DE LA FACTIBILIDAD DEL USO DE ESPECTROMETRÍA PORTÁTIL PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN PANADERÍAS Y PASTELERÍAS EN LA CIUDAD DE MACHALA, ECUADOR

ISSN: 2631-2662

Fecha de presentación: febrero, 2019 **Fecha de aceptación: marzo, 2019** **Fecha de publicación: mayo, 2019**

DETERMINACIÓN

DE LA FACTIBILIDAD DEL USO DE ESPECTROMETRÍA PORTÁTIL PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN PANADERÍAS Y PASTELERÍAS EN LA CIUDAD DE MACHALA, ECUADOR

DETERMINATION OF FEASIBILITY TO USE PORTABLE SPECTOMETRY TO ASSEEE THE QUALITY OF RAW MATERIALS USE INBAKERIES ANS CONFECTIONER IN MACHALA CITY, ECUADOR

Víctor Javier Garzón Montealegre[1]
E-mail: vgarzon@utmachala.edu.ec
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4838-4202
Iván Ramírez-Morales[1]
E-mail: iramirez@utmachala.edu.ec
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2245-0016
Julián Coronel-Reyes[1]
E-mail: coroneljulian@live.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7883-5388
Bladimir Homero Serrano Ruge[l1]
E-mail: bserrano@utmachala.edu.ec
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6859-5563
[1] Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Garzón Montealegre, V. J., Ramírez-Morales, I., Coronel-Reyes, J., & Serrano Rugel, B. H. (2019). Determinación de la factibilidad del uso de espectrometría portátil para el control de calidad en materias primas utilizadas en panaderías y pastelerías en la ciudad de Machala, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(2), 141-150. Recuperado de http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA

RESUMEN

En el Ecuador las industrias panaderas y pasteleras desconocen el uso de medios adecuados para el control de la calidad de las materias primas utilizadas, entre ellas está la leche, queso y el huevo de gallina, los cuales en muchos de los casos llegan luego de haber sido almacenados por mucho tiempo, pudiendo afectar la elaboración del producto final e incluso llegar a causar algún daño en la salud de la población, por esta razón el objetivo de esta investigación fue determinar la factibilidad en la inversión de la tecnología de espectrometría portátil NIR como una alternativa a la instrumentación de sobremesa, en las panaderías de la ciudad de Machala, para el control de calidad en la materia prima necesaria para la elaboración principalmente del pan, el trabajo fue desarrollado en 2 momentos secuenciales en el tiempo, el primer momento estuvo centrado en el diagnóstico del uso de tecnologías en la producción de panaderías y pastelerías, el segundo momento consistió en la evaluación de la viabilidad económica para el uso de tecnología como instrumento de control de calidad en negocios de panadería y pastelería, los resultados revelaron que en la actualidad los panificadores experimentan un pérdida en el proceso de producción de aproximadamente 106.80 dólares anuales por la práctica de métodos empíricos en el control de calidad, principalmente en queso, leche y huevos, además fue posible demostrar la factibilidad en la inversión dicha tecnología frente a las pérdidas experimentadas.

Palabras clave: Quality Control, feasibility, investment, portable spectrometry.

ABSTRACT

In Ecuador, bakery and confectionery industries are unaware of the use of adequate means to assess the quality of the raw materials, including milk, cheese and eggs, which in many cases come after being stored for a long time, affecting the elaboration of the final production, and even to causing ill health of the population. The object of this research is to determine the feasibility in the investment in technology of Portable spectrometry NIR as an alternative to the tabletop instrumentation for bakeries in Machala city to control the quality of raw materials used on bread production. The study was developed in two sequential moments. The first moment was focused on the diagnosis of the use of technologies in the production of bakeries and confectioneries. The second moment evaluated the economic viability of using technology as an instrument to control quality in bakery and pastry business. Results showed bakers are currently losing economically approximately 106.80 dollars annually due to the practice of empirical methods in the control of quality of cheese, milk and eggs. Itt was demonstrated the feasibility to invest in technology to face the economic losses experienced.

Keywords: Control de calidad, factibilidad, inversión, espectrometría portátil.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de empresas dedicadas a la panadería y pastelería en Ecuador, desconocen el uso de medios adecuados para el control de la calidad de las materias primas que utilizan en la elaboración de sus productos. Estas materias primas son: huevos de gallina, leche, queso, bovinos, harina, sal, entre otros. La ausencia de control de calidad es un problema, ya que en ocasiones las materias primas caducan o se deterioran con la consecuente contaminación bacteriana, lo que afecta la elaboración del producto final y puede causar daños en la salud de la población.

El sector de la panadería y pastelería es uno de los más importantes de la industria alimentaria. El consumidor está cada vez más preocupado por la frescura y calidad de los productos como panes, pasteles, galletas, bocaditos, etc., por esta razón, una de las principales preocupaciones de los panificadores es la determinación sistemática de la frescura en sus materias primas (Nashat & Abdullah, 2016; Sun, 2016).

La frescura y calidad puede evaluarse por métodos físicos, bioquímicos, microbiológicos y parámetros sensoriales (Silversides & Scott, 2001).

La apariencia exterior de los productos juega un papel fundamental al momento de ser adquiridos por su color y tamaño que de alguna forma esta influye en la adquisición de productos de panaderías y pastelería (Du, Cheng, & Sun, 2012).

Dentro de las materias primas utilizadas tenemos; el huevo, leche y queso, son fuentes ricas en minerales, proteínas y vitaminas dentro de la dieta humana. Su frescura y calidad disminuyen de acuerdo a las condiciones de almacenamientos (Karoui, Kemps, Bamelis, De Ketelaere Decuypere & De Baerdemaeker, 2006).

Se presentan cambios significativos en huevos y lácteos durante el tiempo de almacenamiento, por esta razón, es importante realizar la inspección y evaluar la frescura en los productos. Estos cambios en la leche incluyen el ingreso de gérmenes que provocan un deterioro importante que se convierte en acidificación, esto ocasiona el desarrollo de olores desagradables, acompañado de un sabor rancio, en huevos se puede notar el debilitamiento de la membrana vitelina, reducción de la albúmina, y aumento del contenido de agua en la yema (Karoui, et al., 2006; Katz, et al., 2016).

Las tecnologías de sensores son interesantes técnicas no destructivas para evaluar la frescura de la leche, queso y huevos, ya sea en plantas de producción o en el campo de la industria alimentarias (Karoui, et al., 2006).

En los últimos años, técnicas no destructivas para determinar la frescura y tiempo de almacenamiento han surgido. Técnicas como el análisis de imágenes (Grillo, et al., 2014). La predicción de los cambios producidos durante el tiempo almacenamiento es esencial a fin de supervisar la frescura de las materias primas.

De esta manera, el objetivo de la presente investigación es analizar la viabilidad del análisis espectrométrico de la calidad de materias primas para la elaboración de pan, utilizando un sistema portátil. Una técnica prometedora para la determinación del tiempo de almacenamiento en las materias primas es el NIR. La industria alimentaria ha utilizado espectroscopia.

NIR durante mucho tiempo (Stark & Bainbridge, 1996) porque es preciso, rápido, respetuoso con el medio ambiente, mínimamente invasiva y no destructiva (Kumaravelu & Gopal, 2015).

Herschel (1800), ha descubierto longitudes de onda de luz más allá del espectro visible, desde entonces no se han desarrollado varios instrumentos NIR.

Región del espectro NIR está dentro del rango de longitudes de onda entre 800 nm y 2500 nm como podemos evidenciar claramente en la Figura 1. El resultado de transiciones vibracionales asociadas con los enlaces químicos presentes en la mayoría de los compuestos orgánicos (Dos Santos, Lopo, Páscoa & Lopes, 2013).

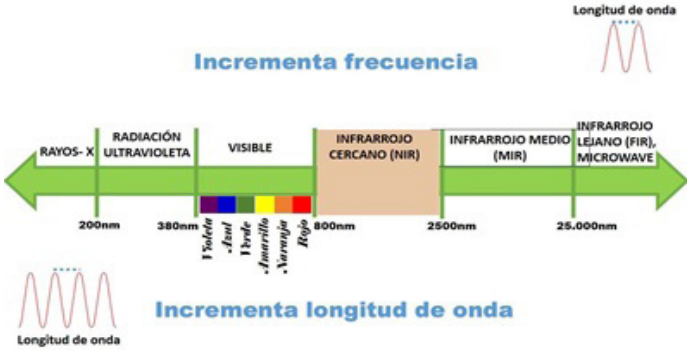

Figura 1. Rangos espectrales y sus correspondientes longitudes de onda.

El espectro resultante es una consecuencia de las modificaciones realizadas simultáneamente en todas las propiedades de la muestra, haciendo más complicado el proceso de calibración (Than, et al., 2012).

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en 2 momentos secuenciales en el tiempo. En un primer momento, es diagnosticar el uso de tecnologías en la producción de panaderías y pastelerías de la ciudad. Posteriormente, evaluar la viabilidad económica para el uso de tecnología como instrumento de control de calidad en negocios de panadería y pastelería

POBLACIÓN Y MUESTRA

En el presente trabajo, se tomará la población de empresas panificadoras del cantón Machala, específicamente para levantar información acerca del volumen de compra

de sus materias primas, productos adulterados, pérdidas diarias, etc., por esta razón, es necesario determinar el tamaño de la muestra, la ecuación (1) se utilizó para estimar dicho tamaño, el cálculo se muestra a continuación.

$$\mathbf{n} = \frac{\mathbf{N * Z^2 * P * Q}}{\mathbf{N * E^2 + Z^2 * P * Q}} \ (\mathbf{1})$$

$$\mathrm{n} = \frac{\mathbf{135 * 1.96^2 * 0.50 * 0.50}}{\mathbf{135 * 0.05^2 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}} = \mathbf{99.9}$$

La muestra a realizarse será de 100 negocios, donde:

n =Tamaño de muestra

N = Población, empresas panificadoras de la ciudad de Machala.

Z^2 = Nivel de confianza al cuadrado = 1.96

P = Probabilidad de éxito = 50%

Q = Probabilidad de no ocurrencia = 50%

E^2 = Error muestral = 5% = 0,05

Primer Momento: Diagnosticar el uso de Tecnologías

Como parte de la investigación se realizó una encuesta con preguntas dirigidas a 100 propietarios de panaderías en la ciudad de Machala, la información para esto se la obtuvo del Servicio de Rentas Internas (SRI), posteriormente se procedió a encuestar propietarios de los diferentes establecimientos. La información obtenida fue tabulada en una base de datos en Excel, luego fue analizada en el programa estadístico SPSS Versión 24. Con base a los resultados obtenidos se elaboraron gráficas para su respectiva interpretación.

Segundo Momento: Evaluar la Factibilidad Económica

Con el fin de medir la rentabilidad económica se utilizaron indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Beneficio-Costo y payback.

Según Mete (2014), establece que el VAN es el valor actual de los flujos de efectivo neto de un proyecto, comprendiendo como flujo de efectivo neto la diferencia entre los ingresos y los egresos periódicos, que sería equivalente a ejecutar el proyecto, en cambio el tasa interna de retorno es un criterio que se considera para la toma de decisiones sobre los proyecto de inversión. Los criterios financieros del proyecto se obtienen operando con la siguiente ecuación financiera 2, observada en el texto de Jones, Finkler, & Kovner (2012).

$$\mathbf{P} = \frac{\mathbf{F}}{(\mathbf{1+i})^{\mathbf{n}}} \ (\mathbf{2})$$

Los flujos operacionales de caja se representan con el valor de F, mientras que el interés se denota con la letra i, por otra parte, n = número de años y P es la inversión o el VAN, dependiendo del criterio que se desea calcular.

Finalmente tenemos el análisis Beneficio/Costo que da entender que cuando es mayor a 1 el proyecto es apropiado, ya que los beneficios, calculados según el valor actual de las entradas totales, son mayores que los costos, calculados según el valor actual de las salidas totales (Aguaza, 2012).

Finalmente se procedió a estimar el Periodo Recuperación de la Inversión (PRI), para lo cual se utilizó la siguiente fórmula (3):

$$\mathbf{PRI} = \mathbf{a} + \frac{\mathbf{b}}{\mathbf{c}} \ (\mathbf{3})$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la metodología explicada a fin de cumplir con el objetivo de esta investigación, se realizó una encuesta, tomando en cuenta algunas preguntas, donde la primera pregunta consiste en consultar cuáles eran las materias primas más comunes por la industria panificadora de la ciudad de Machala, en la Figura 1 se puede encontrar una gráfica que describe cuáles de estas eran. La pregunta dos nos indica con qué frecuencia compran en su negocio huevo, leche y queso, en la Figura 2 podemos apreciar una gráfica donde explica cuál es la mayor frecuencia de compra. Por otra parte, la pregunta tres se refiere a la cantidad de volumen semanal de cubetas de huevos, litros de leche, libras de queso, esto podemos denotar en la figura 3 junto con su respectiva gráfica. La cuarta pregunta consiste en preguntar a los propietarios panificadores si realizan control de calidad en sus materias primas, en la Figura 4 se puede visualizar en una gráfica. Se realiza una quinta pregunta acerca de la cantidad de huevos, leche y queso que sacrifican para realizar control de calidad, en la Figura 5 se puede apreciar una gráfica donde los resultados se reflejan en pérdidas económicas para los propietarios. La pregunta seis nos da conocer la cantidad de huevos, leche y queso por problemas de caducidad, esto debido a que realiza control de calidad de forma empírica, en la Figura 6 podemos encontrar una gráfica donde se denota la cantidad de materias primas perdidas por problemas de caducidad. Finalmente, como pregunta siete consiste en preguntar la aceptación de una tecnología espectrometría portátil, en la Figura 7 se describe si les gustaría realizar una inversión tecnológica en su negocio y también cuánto estaría dispuesto a pagar.

Los resultados del presente trabajo revelan que, de los encuestados, el 67% utiliza huevos, leche y queso para elaborar productos en su panaderías, mientras que un 11% establece que utiliza huevos, leche y otros materias primas, por otra parte el 8% de panificadores solo utilizan huevos y queso, y finalmente un 3% solo utiliza huevos en su negocio respectivamente, en la Figura 2 podemos encontrar una gráfica donde se describe qué materias primas son más utilizadas para su proceso de producción, por esta razón, en las demás preguntas consultaremos

acerca de las materia primas como son: el huevo, leche y queso.

Figura 2. Materias primas utilizadas para la elaboración del pan.

Realizada y tabulada la investigación, en la Figura 3a, podemos evidenciar con qué frecuencia adquiere en su negocio huevos. Del 100% de propietarios encuestados establecen que el 45% compra huevos dos veces a la semana, por otra parte, tenemos que el 34% de los negocios adquieren huevos todos los días, seguido de un 18% que adquieren una vez a la semana. Revela la investigación que, del total de encuestados, el 3% no utiliza huevos en la producción.

Podemos apreciar en la Figura 3b, la frecuencia con que adquiere en su negocio leche, de acuerdo a una encuesta a 100 negocios se establece el 45% de los propietarios adquieren huevos todos los días, por otra parte, tenemos que el 39% compra huevos una vez a la semana, posteriormente un 14% que adquieren dos veces a la semana, posteriormente el 1% compra una vez al mes y finalmente el 1% no utiliza leche para elaborar sus productos.

Se denota en la Figura 3c, con qué frecuencia con que adquiere en su negocio queso, según la investigación de campo realizada a 100 panificadores, indica que un 41% de los propietarios adquieren queso una vez a la semana, posteriormente, tenemos que el 33% compra queso todos los días, seguidamente un 13% que adquieren dos veces a la semana queso, por otra parte, el 6% compran una vez al mes y por último el 7% no utiliza queso para elaborar sus productos.

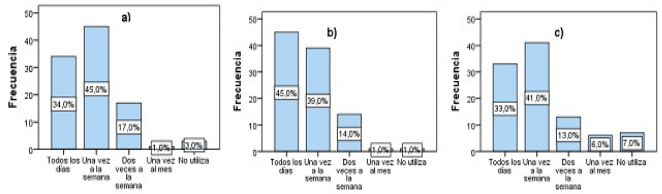

Figura 3. Frecuencia de Adquisición de materias más utilizadas en su negocio. a.) Huevos. b.) Leche. c.) Queso.

La Figura 4a, se refiere a la cantidad de cubetas con huevo que compran en la semana, de acuerdo a las encuestadas realizadas en los negocios adquieren entre 1 a 40 cubetas con huevos que representa un 56%, seguidos de 41 a 80 cubetas con huevos con un 15%, un 13% compran entre 81 a 120; seguidamente el 13% adquiere entre 121 a 160 cubetas, y tan solo el 3% no utiliza huevos en su negocio.

En la Figura 4b, nos indica la cantidad de litros de leche que adquieren en la semana, podemos apreciar según las encuestadas realizadas a los propietarios ellos adquieren entre 1 a 20 litros de leche que representa un 65%, seguidos de 21 a 40 litros de leche con un 16%, por otra parte, el 17% compran entre 41 a 60 litros de leche; y finalmente el 2 % no adquiere leche en sus negocios.

Se puede visualizar claramente en la Figura 4c, la cantidad de libras de queso que adquieren durante la semana, podemos denotar que los propietarios adquieren entre 1 a 20 libras de queso que representa un 29%, seguidos de 21 a 40 libras de queso con un 18%, por otra parte, el 26% compran entre 41 a 60 libras de queso; el 17% de los grandes negocios compran entre 61 a 80 libras de queso y finalmente existe un 10% que no compra queso.

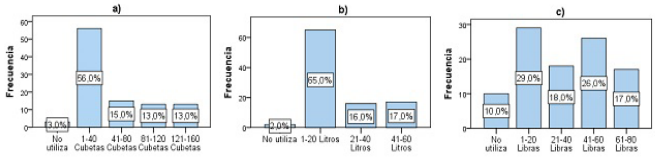

Figura 4. Volumen semanal de materias primas. a.) huevo, b.) queso. c.) leche.

Los resultados del presente trabajo revelan que, del total de encuestados, en la Figura 5a, establece que el 87% de los panificadores realizan control de calidad en huevos, y tan solo el 13% no realizan el control respectivo.

Mientras que en la Figura 5b, según la información recabada a partir del 100% de encuestados, hemos apreciado que el 64% de los propietarios realizan control de calidad en leche, en cambio en existen negocios donde el 36% no realizan el control en esta materia prima.

En la Figura 5c, se evidencia, según datos obtenidos de una encuesta a 100 panaderías, donde el 69% realizan control de calidad, mientras que el 31% no realizan control de calidad en su negocio.

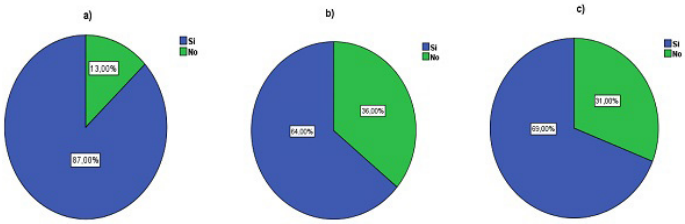

Figura 5. Control de calidad en materias primas: a.) huevos. b.) leche. c.) queso.

Según datos obtenidos, en la Figura 6a, la mayoría de propietarios mencionan que para realizar control de calidad sacrifican 1 a 5 huevos que representa el 35%; así mismo se pierde el 26% sacrifican entre 6 a 10 huevos,

por otra parte, otro grupo de panificadores sacrifican entre 11 a 15 huevos, esto representa un 17%; y por último 22% no sacrifican huevos para realizar control de calidad.

Otro escenario es la Figura 6b, donde se evidencia que, del total de encuestados, el 21% de los propietarios contestaron que sacrifican 1 litro de leche para aplicar el control de calidad; así mismo se pierde 2 litros de leche esto representa un 2%; otro grupo de panificadores sacrifican 3 litros de leche esto representa el 5% y finalmente 72% no toma muestras para realizar control de calidad.

De acuerdo a la Figura 6c, en la información obtenida de una encuesta a 100 propietarios, al realizar control de calidad se sacrifica 1/2 libras de queso que representa el 18%; así mismo se pierde 4 onzas de queso esto representa un 12%; y finalmente 70% no sacrifican queso para realizar el control de calidad.

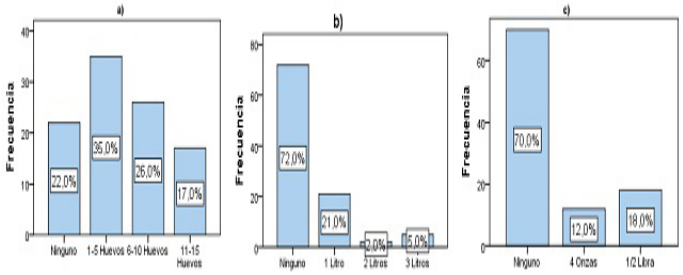

Figura 6. Cantidad producto sacrificado para realizar control de calidad en: a.) huevos. b.) leche. c.) queso.

Podemos visualizar en la Figura 7a, donde se estableció que los propietarios indican que tiene problemas de adulteramiento esto se ve reflejado en donde el panificador pierde 3 huevos diario, esto representa un 20%, otros negocios pierden 2 huevos que es el 25%; posteriormente los propietarios pierden 3 huevos esto representa un 25%; sin embargo, el 30% no pierde huevos diariamente durante el proceso de producción.

Según información recopilada de una encuesta a 100 negocios, en la Figura 7b, se ha determinado que pierden por día un 1 litro de leche adulterada semanal lo cual representa un 56%, por otra parte, existen negocios que pierden 2 litro de leche que es el 5%; posteriormente los otros grupos de propietarios pierden 3 litro de leche representa el 1%; sin embargo, el 38% no pierde ningún litro de leche durante el proceso de producción.

De acuerdo a información obtenida de una encuesta a 100 panificadores, en la Figura 7c, se establece que pierden por día un 1 libra de queso semanal lo cual representa un 36%, por otra parte, existen negocios que pierden 2 libra de queso de leche que es el 26%; finalmente posteriormente el 38% no pierde ningún libra de queso durante el proceso de producción.

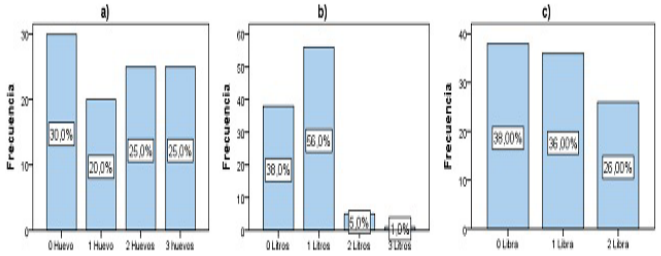

Figura 7. Cantidad de materias primas adulteradas. a.) huevos. b.) leche. c.) queso.

Si bien este podría ser un indicador halagador, puesto que más de la mitad (70%) del total de encuestados respondió que estaría dispuesto a invertir en una tecnología de bolsillo, sin embargo, el 30% de los propietarios no comprarían la tecnología espectrometría portátil en un futuro como se aprecia en la figura 8a.

Es importante destacar, en la Figura 8b, la mayoría de los encuestados (65%) estarían dispuesto a pagar por una tecnología espectrometría portátil, mientras que un 35% no pagaría por una tecnología debido a su alto costo.

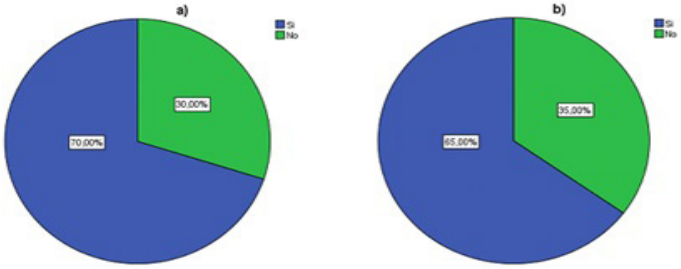

Figura 8. Conocer la aceptación de una tecnología para panificadores. a.)

Propietarios les gustaría invertir en una tecnología de bolillo. b.) Empresarios dispuesto a pagar por una tecnología entre 300 y 400 dólares para el control de calidad en sus materias primas.

Tabla 1. Flujo de caja proyectado a 5 años.

		1	2	3	4	5
Egreso	**$350,00**					
Scio NIR						
Ingreso						
Huevo		$15,60	$16,38	$17,20	$18,06	$18,96
Leche		$70,20	$73,71	$77,40	$81,27	$85,33
Queso		$21,00	$22,05	$23,15	$24,31	$25,53
Valor Residual						$35,00
Flujo Neto	**$-350,00**	**$106,80**	**$112,14**	**$117,75**	**$123,63**	**$164,82**

De acuerdo al Tabla 1 se consideró como egreso al inicio (año 0) del flujo de caja, el valor de mercado de un espectrómetro portátil de 350 dólares.

Para estimar los ingresos en la proyección de los 5 años que se considera como vida útil del aparato tecnológico, se utilizó información que se recabó de las 100 encuestas realizadas.

Tomando en cuenta la información acerca de la cantidad de huevos sacrificados para el control de calidad (pregunta 5) se consideró como cantidad referencial la de 3 huevos por semana, que nos da al final del año un total de 156 huevos, a un precio mínimo en el mercado de $ 0,10 por unidad, se proyectó el total de ingresos ($ 15,60) en este rubro que se ahorraría con la utilización de la espectrometría portátil.

En los años posteriores (del 2 al 5) se ha considerado la misma cantidad de huevos y se ha ido incrementando un 5% anual al precio del producto, tomando en cuenta ese porcentaje de acuerdo a la inflación promedio del país en los últimos años.

En el segundo producto, leche, también existen cantidades sacrificadas para la realización del control de calidad que lo hacen la gran mayoría de negocios. En este caso, con base en la misma pregunta, se tomó en cuenta un valor mínimo de pérdida de 1,5 litros por semana, que al final del año da un total de 78 litros de pérdida que podrían ahorrarse con el uso de tecnologías apropiadas para el control de calidad. El precio promedio considerado para este cálculo fue de $0,90 que nos permitió hacer el cálculo anual y así como en el producto anterior, para la proyección de los años posteriores se estimó el incremento del 5% anual en el precio.

En el tercer y último producto, el queso, la referencia de la pregunta 5, la información recabada indica una cantidad promedio mínima de sacrificio de 1 litro al mes, que al final del año da un total de 12 litros y considerando un precio de $ 1,75 por litro se hizo la estimación de los valores que se tendrán como ingresos para el primer año. Al igual que los productos anteriores se estimó los ingresos para los siguientes años con un incremento del 5% anual en el precio.

Para concluir en la proyección de ingresos se ha tomado en cuenta un valor residual del producto en un 10%.

Con esta estimación se procedió a calcular algunos indicadores que nos ayudan a determinar la factibilidad de la utilización de este producto, dando como resultados una tasa interna de retorno del 21,31% (utilizando una tasa de descuento del 12%), un valor actual neto de 90,66; una razón beneficio-costo de 1,41 estos datos podemos visualizar en el Tabla 2

Tabla 2. Indicadores Económicos del proyecto.

TIR	21,31%
VAN	$90,66
B/C	$1,41

Tabla 3. Cálculo del Payback en el proyecto.

Periodos	Flujo de Efectivo	Acumulado
0	$-350,00	$-350,00
1	$106,80	$-243,20
2	$112,14	$-131,06
3	$117,75	$-13,31
4	$123,63	$110,32
5	$164,82	$275,14

Se determinó que la inversión del proyecto se podrá recuperar en dos años y 11 mes aproximadamente.

Estos resultados presentan reflejan la factibilidad de la inversión que se puede realizar con la espectrometría portátil para el uso en los procesos de producción de panaderías y pastelerías.

Análisis de sensibilidad

Incrementos de costo o inversión

Tabla 4. Incrementos de un 20% en la inversión.

	0	1	2	3	4	5
Egreso	**$420,00**					
Scio NIR						
Ingreso						
Huevo		$15,60	$16,38	$17,20	$18,06	$18,96
Leche		$70,20	$73,71	$77,40	$81,27	$85,33
Queso		$21,00	$22,05	$23,15	$24,31	$25,53
Valor Residual						$42,00
Flujo Neto	**$-420,00**	**$106,80**	**$112,14**	**$117,75**	**$123,63**	**$171,82**

$$PRI = 3 + \left(\frac{-13.31}{123.63}\right)$$
$$PRI = 2.8923$$
$$PRI = 0.8923 * 12\ Meses = 11$$

En el Tabla 4 podemos denotar un primer análisis donde se consideró el incremento del costo o de la inversión del producto, es decir el valor de comprar del espectrómetro, que inicialmente se había puesto un valor de $ 350, se aumentó el valor en un 20%, es decir un valor total de $420.

Tabla 5. Cálculo de indicadores Económicos.

TIR	14,17%
VAN	$24,63
B/C	$1,19

Dentro del Tabla 5 observamos con esta variación, como es natural han cambiado los valores de los indicadores, ahora la tasa interna de retorno presenta un valor de 14,17%; un valor actual neto de 24,63; una razón beneficio-costo de 1,19.

Tabla 6. Determinación del Payback.

Periodos	Flujo de Efectivo	Acumulado
0	$-420,00	$-420,00
1	$106,80	$-313,20
2	$112,14	$-201,06
3	$117,75	$-83,31
4	$123,63	$40,32
5	$171,82	$212,14

$$PRI = 3 + \left(\frac{-83.31}{123.63}\right)$$
$$PRI = 3.6739$$
$$PRI = 0.6739 * 12\ Meses = 8$$

Se estableció que la inversión se podrá recuperar en tres años y 8 mes aproximadamente.

Aun considerando este incremento del costo del producto de un 20%, los indicadores que naturalmente disminuyeron, igual siguen siendo positivos para seguir considerando factible la inversión.

Disminución de ingresos en un 10%

Tabla 7. Disminución de los ingresos proyectados para 5 años.

	0	1	2	3	4	5
Egreso	**$350,00**					
Scio NIR						
Ingreso						
Huevo		$10,40	$10,92	$11,47	$12,04	$12,64
Leche		$58,50	$61,43	$64,50	$67,72	$71,11
Queso		$15,75	$16,54	$17,36	$18,23	$19,14
Valor Residual						$35,00
Flujo Neto	**$-350,00**	**$84,65**	**$88,88**	**$93,33**	**$97,99**	**$137,89**

Ahora se ha considerado el análisis con una posible disminución de los ingresos en la proyección de los valores y posterior análisis de los indicadores. Hay que tener presente que los "ingresos" del proyecto representan el ahorro que tendrían los negocios al utilizar esta tecnología en sus procesos de producción.

Inicialmente se había considerado el sacrificio de 3 huevos por semana que daba un total de 156 huevos por año, ahora se ha disminuido el sacrificio a 2 huevos por semana, es decir, 104 huevos por año. El precio referencial se mantiene en $0,10 y con un incremento anual del 5%.

Al igual que en el primer producto, también se realizó una disminución de la cantidad sacrificada en la leche para su control de calidad, inicialmente se utilizó la cantidad de 1,5 litros por semana y ahora se disminuyó a 1,25 litros por semana. El precio inicial se mantiene en $ 0,90 con un incremento anual del 5%

Y por último en el queso, se había tomado inicialmente el sacrificio de 1 libra por mes y ahora se disminuyó a 0,75 libras con el precio de $ 1,75 por libra e incrementando un 5% anual.

Estas disminuciones en los ingresos nos llevan también a disminuciones en nuestros indicadores financieros, una tasa interna de retorno del 12,36%; un valor actual neto de 3,39; una razón beneficio-costo de 1,13 y un periodo de retorno de la inversión en 3 años y 10 meses respectivamente.

Tabla 8. Indicadores para medir la rentabilidad del proyecto.

TIR	12,36%
VAN	$3,39
B/C	$1,13

Tabla 9. Cálculo de Payback.

Periodos	Flujo de Efectivo	Acumulado
0	$-350,00	$-350,00
1	$84,65	$-265,35
2	$88,88	$-176,47
3	$93,33	$-83,14
4	$97,99	$14,85
5	$137,89	$152,74

$$PRI = 3 + \left(\frac{-83.14}{97.99}\right)$$
$$PRI = 3.8485$$
$$PRI = 0.8485 * 12\ Meses = 10$$

Se realizó el cálculo del Payback, indicando una recuperación de la inversión en tres años y 10 mes aproximadamente.

Si bien es cierto hay una reducción considerable de los indicadores, éstos aún siguen siendo positivos, por lo que demuestra que si hubiera ciertas modificaciones en los ingresos o en el costo de la inversión, el proyecto presenta una factibilidad de la inversión.

Los resultados alcanzados indican claramente que se requiere un método rápido para la estimación de la frescura en materias primas. Ya que, en el Ecuador, las industrias panaderas y pasteleras desconocen el uso de medios adecuados para el control de la calidad de las materias primas utilizadas, entre ellas está la leche, queso y el huevo de gallina, los cuales en muchos de los casos llegan trizados, caducados, y presentan problemas bacterianos, principalmente Salmonella, pudiendo afectar la elaboración del producto final e incluso llegar a causar algún daño en la salud de la población.

Es importante destacar, que al aplicar una encuesta a 100 panificadores, se establece que más de la mitad realizan control de calidad en sus materias primas pero de forma empírica entre ellas el huevo, leche y queso, debido a esto la mayoría de propietarios generan pérdidas por estas materias primas adulteras (Figura 6), esto implica que se elabore un producto de baja calidad, siendo afectada la salud del consumidor final coincidiendo con lo planteado por Castillo & Ródenas (2018); Margolies & Barbano (2018).

Una vez realizado la evaluación financiera tenemos como resultados una Valor Actual Neto de $ 90,66; una Tasa Interna de Retorno del 21,31% y una relación Beneficio/Costo igual a $ 1,41. Estos resultados nos indican la factibilidad de la inversión considerando que el VAN es positivo, que la TIR es superior a la tasa de descuento y con un valor atractivo para cualquier inversión y además que la relación beneficio-costo nos indica que por cada dólar invertido se obtiene 1,41 de beneficios, es decir 41 centavos de ganancia por cada dólar.

De acuerdo a los resultados de la evaluación económica y financiera, se realizó un análisis de sensibilidad donde se demuestra al incrementarse un 10% los costos de inversión, este genera un VAN positivo de $ 24,63 y una TIR 14,17% acompañado de un beneficio-costo de $ 1,19 existiendo por cada dólar una utilidad de 0,19 centavos. En cambio, al disminuir los ingresos a un 10% se presenta cambios en el VAN $3,39 pero sigue siendo positivo, un beneficio-costo de $ 1,13 y finalmente una TIR 12,36% este indicador financiero es mayor a la tasa de descuento que es del 10% coincidiendo con lo planteado por Aponte, Muñoz, & Álzate, (2017).

Por este motivo es oportuno implementar una tecnología NIR portátil como instrumento para el análisis rápido coincidiendo con lo planteado por González-Martín, et al., (2011). En este sentido el estudio de viabilidad desarrollado con espectrometría portátil responde a la necesidad planteada desde el análisis de la demanda.

CONCLUSIONES

La mayoría de los encuestados realizan control de calidad de forma empírica el cual consiste en romper el huevo, romper la funda con leche y queso, debido a esto más de la mitad de los panificadores pierde 3 huevos diariamente, en leche 1 litro semanal y queso ½ libra durante la semana por problemas de caducidad.

Por esta razón, más de la mitad de los panificadores estarían dispuestos a invertir en una tecnología de espectrometría portátil NIR como una alternativa a la instrumentación de sobremesa.

Esto generaría un ahorro considerable y mejoría su proceso de producción en la industria panificadora. De esta forma concluimos con nuestro objetivo central de la investigación y con los objetivos específicos planteados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguaza, B. O. (2012). Análisis Coste-Beneficio. ***eXtoikos***, (5), 147–149. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5583839

Aponte, R., Muñoz, F., & Álzate, L. (2017). La evaluación financiera de proyectos y su aporte en la generación de valor corporativo. ***Ciencia y Poder Aéreo***, ***12***(1), 144–155. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6223218

Castillo, R. S., & Ródenas, J. B. (2018). Análisis de las alteraciones de la cáscara del huevo de gallina. ***Nereis. Interdisciplinary Ibero-American Journal of Methods, Modelling and Simulation***, (10), 137–147. Recuperado de http://revistas.ucv.es/index.php/Nereis/article/view/388

Dos Santos, C. A. T., Lopo, M., Páscoa, R. N., & Lopes, J. A. (2013). A review on the applications of portable near-infrared spectrometers in the agro-food industry. ***Applied Spectroscopy***, ***67***(11), 1215–1233. Recuperado de https://www.osapublishing.org/abstract.cfm?uri=as-67-11-1215

Du, C.J., Cheng, Q., & Sun, D.W. (2012). Computer Vision Technology in the Food and Beverage Industries. Sawston: Woodhead Publishing.

González-Martín, M. I., et al. (2011). Prediction of sensory attributes of cheese by near-infrared spectroscopy. ***Food Chemistry***, ***127***(1), 256–263. Recuperado de http://agris.fao.org/agris-search/search.do;jsessionid=A56B7AB03BC8516330D460D8FF4D3658?request_locale=fr&recordID=US201301945808&query=&sourceQuery=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=&centerString=&enableField=

Jones, C., Finkler, S. A., & Kovner, C. T. (2012). ***Financial Management for Nurse Managers and Executives.*** Philadelphia: Saunders.

Karoui, R., Kemps, B., Bamelis, F., De Ketelaere, B., Decuypere, E., & De Baerdemaeker, J. (2006). Methods to evaluate egg freshness in research and industry: A review. ***European Food Research and Technology = Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und -Forschung. A***, ***222***(5), 727–732.

Mete, M. R. (2014). Valor Actual Neto y Tasa de Retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. ***Fides et Ratio-Revista de Difusión Cultural y Científica de La Universidad La Salle en Bolivia***, ***7***, 67. Recuperado de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2014000100006&script=sci_arttext&tlng=es

Nashat, S., & Abdullah, M. Z. (2016). Chapter 21 - Quality Evaluation of Bakery Products. In D.-W. Sun (Ed.), *Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation (Second Edition)* (pp. 525–589). San Diego: Academic Press.

Silversides, F. G., & Scott, T. A. (2001). Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Science*, *80*(8), 1240–1245. Recuperado de https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11495479

Stark, R., & Bainbridge, W. S. (1996). *A theory of religion*. London: Rutgers Univ Pr.

Sun, D. W. (2016). *Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation*. San Diego: Academic Press.