



Optimización de la etapa de prensado en queserías de la Provincia de Chimborazo

Optimization of the pressing stage in cheese factories in the Province of Chimborazo

Otimização da etapa de prensagem em fábricas de queijo na província de Chimborazo

John Germán Vera Luzuriaga ^I
john.vera@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6621-5368>

Santiago Alejandro López Ortiz ^{II}
sa_lopez@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6314-6299>

Evelyn Pamela Carrillo Guaranga ^{III}
evelyn.carrillo@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6789-0373>

Asisclo Andrés Suárez Orna ^{IV}
asisclo.1999@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2614-2819>

Correspondencia: john.vera@esPOCH.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 29 de diciembre de 2022 * **Aceptado:** 28 de enero de 2023 * **Publicado:** 08 de febrero de 2023

- I. Ingeniero en Electrónica, Control y Redes Industriales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador
- II. Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador
- III. Estudiante, Carrera de Ingeniería Industrial, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador
- IV. Estudiante, Investigador independiente, Ecuador.

Resumen

El análisis del proceso de prensado en empresas queseras de la provincia de Chimborazo se enfoca en comparar la calidad del queso fresco producido en diferentes empresas y determinar si la variabilidad en los pesos de los quesos se debe a un proceso de prensado inadecuado. Se evaluó la calidad del queso en términos de su textura, sabor y apariencia, y se encontró que, en algunas empresas, la calidad del queso no era satisfactoria debido a una falta de control en la etapa de prensado. Además, se observó que la variabilidad en los pesos de los quesos también contribuía a una pérdida significativa en la producción.

Para solucionar estos problemas, se propuso una alternativa de una prensa semiautomática adecuada para que las empresas tengan un control preciso de la presión y tiempo de prensado, lo que permitiría mejorar la calidad del queso y reducir la variabilidad en los pesos. Además, esta prensa debería ser fácil de operar y mantener para las empresas y tener un tamaño adecuado para su capacidad de producción. La implementación de una prensa adecuada puede ser una solución efectiva para mejorar la calidad del queso y reducir la pérdida de producción en empresas queseras de Chimborazo.

Palabras Clave: Diagnóstico prenatal; Hidronefrosis; Ultrasonografía.

Abstract

The analysis of the pressing process in cheese companies in the province of Chimborazo focuses on comparing the quality of the fresh cheese produced in different companies and determining if the variability in the weights of the cheeses is due to an inadequate pressing process. The quality of the cheese was evaluated in terms of its texture, flavor and appearance, and it was found that, in some companies, the quality of the cheese was not satisfactory due to a lack of control at the pressing stage. In addition, it was observed that the variability in the weights of the cheeses also contributed to a significant loss in production.

To solve these problems, an alternative of a suitable semiautomatic press was proposed so that companies have precise control of the pressure and pressing time, which would improve the quality of the cheese and reduce the variability in the weights. In addition, this press should be easy for companies to operate and maintain and be of a suitable size for their production capacity. The implementation of an adequate press can be an effective solution to improve the quality of the cheese and reduce the loss of production in cheese companies in Chimborazo.

Keywords: Prenatal diagnosis; Hydronephrosis; ultrasonography.

Resumo

A análise do processo de prensagem nas queijarias da província de Chimborazo se concentra em comparar a qualidade do queijo fresco produzido em diferentes empresas e determinar se a variabilidade nos pesos dos queijos é devida a um processo de prensagem inadequado. A qualidade do queijo foi avaliada em termos de textura, sabor e aparência, e constatou-se que, em algumas empresas, a qualidade do queijo não era satisfatória devido à falta de controle na etapa de prensagem. Além disso, observou-se que a variabilidade nos pesos dos queijos também contribuiu para uma perda significativa na produção.

Para solucionar esses problemas, foi proposta uma alternativa de uma prensa semiautomática adequada para que as empresas tenham um controle preciso da pressão e do tempo de prensagem, o que melhoraria a qualidade do queijo e reduziria a variabilidade nos pesos. Além disso, esta prensa deve ser de fácil operação e manutenção para as empresas e ter um tamanho adequado à sua capacidade de produção. A implementação de uma prensa adequada pode ser uma solução eficaz para melhorar a qualidade do queijo e reduzir a perda de produção nas queijarias de Chimborazo.

Palavras-chave: Diagnóstico pré-natal; Hidronefrose; ultrassonografia.

Introducción

La provincia de Chimborazo en Ecuador es conocida por su rica tradición en la producción de lácteos, especialmente queso fresco. Debido a la creciente demanda de queso fresco de alta calidad, los microproductores de lácteos en la región juegan un papel crucial en asegurar un suministro constante de productos frescos y de calidad. Sin embargo, el proceso de prensado es fundamental para garantizar la calidad del queso y es necesario que se lleve un cabo de manera adecuada.

El objetivo de esta investigación es analizar las prácticas de prensado utilizadas en las Empresas de lácteos en la provincia de Chimborazo y evaluar su impacto en la calidad del queso producido. Además, se investigará cómo mejorar estos procesos para garantizar un producto de alta calidad y satisfacer la creciente demanda.

El proceso de investigar cómo se maneja la etapa de prensado en la producción de quesos frescos tiene como objetivo dar una solución para mejorar el proceso de producción de queso fresco en las

empresas utilizando herramientas de fabricación eficientes. Esto ayuda a buscar reducir los desperdicios y aprovechar de manera eficiente los recursos disponibles en la planta de producción, adaptándose a los problemas actuales [1].

Esta investigación es importante porque ayudará a las Empresas queseras a mejorar sus prácticas de producción, aumentar la calidad de sus productos, tener la estabilidad en sus operarios y, por lo tanto, aumentar sus ingresos y mejorar su calidad de vida. Además, mejorará la calidad del queso producido en la también contribuirá a fomentar la economía local y promoverá la provincia de Chimborazo como un destino turístico y gastronómico.

Producción de queso en Chimborazo

En las Empresas el proceso de producción de queso fresco en la provincia de Chimborazo se caracteriza por su artesanía y su enfoque en la calidad. Los microproductores de lácteos en la región comienzan con la obtención de leche fresca y de alta calidad de sus animales. Después se realizar el proceso total de acuerdo con diferentes etapas como se presenta en la figura 1, finalizando con la venta y entrega de su producto.

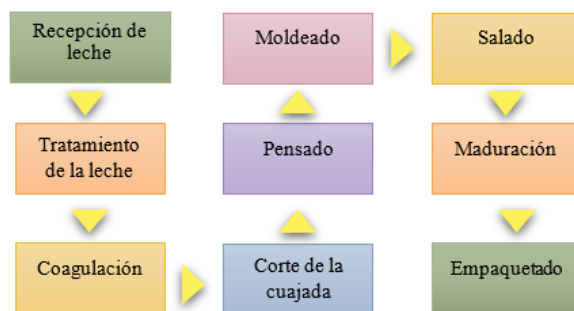


Figura 1. Diagrama del proceso de queso fresco. [Autores]

La calidad del queso está determinada por varios aspectos, tales como apariencia, textura, usabilidad, sabor, seguridad alimentaria y valor nutricional. La importancia de estos factores depende de cómo se utiliza el queso. La producción de queso es un proceso complejo y prolongado que puede durar dos o más años, y la calidad final del queso depende de muchos factores, tanto generales como específicos para cada variedad [2].

La textura de los quesos es un aspecto complejo, ya que combina características de sólidos elásticos y fluidos viscosos, por lo que se les llama viscoelásticos. La textura final es el resultado de diversas propiedades físicas que son percibidas a través del tacto, vista y oído durante su consumo. [3]

Análisis en empresas queseras de la provincia de Chimborazo

Durante las visitas a las empresas queseras en la provincia de Chimborazo, se descubrió un problema común en la producción de queso fresco: la textura blanda y gelatinosa de los productos finales. Después de investigar, dentro de todo el proceso de elaboración de queso fresco se observa que esta textura se debe a un prensado inadecuado. Es importante también definir como un problema adicional el cuello de botella que se genera al no tener un tiempo establecido para prensar toda la cantidad de quesos que las Empresas producen.

Además de la textura blanda y gelatinosa el exceso de suero provoca también una alta variabilidad en el peso de los quesos, para esto se puede definir el tamaño mínimo de la muestra según la producción de cada empresa y analizar el peso promedio de pérdida.

- **Tamaño mínimo de muestra**

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q} \quad (1)$$

En donde,

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza

p = probabilidad de éxito, o proporción esperada

q = probabilidad de fracaso

d = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)

- **Aceptabilidad del sistema de medición:** Según AIAG1, un sistema de medición es aceptable si su variabilidad es menor al 10% de la variabilidad del proceso. La evaluación se hace comparando la contribución del error total del sistema de medición (% Var) con los valores de la tabla de tolerancia y del proceso [4].

- **Promedio de pérdida o media:**

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \quad (2)$$

En donde,

\bar{x} = media aritmética

$\sum x$ = suatoria de cada valor individual

en el conjunto de datos

N = número total de valores

A. *Empresa A*

En esta empresa las características del queso fresco después de la etapa del prensado son:

- **Cantidad de quesos diarios:** 250 quesos frescos.
- **Tiempo de prensado:** El tiempo de prensado es de 25 minutos.
- **Tamaño mínimo de muestra:** 55 quesos
- **Textura blanda y gelatinosa:** Si, muy blando y gelatinoso, con suero.
- **Variación de pesos:** la variación de peso de quesos por exceso de suero es significativa y esto se lo muestra en los resultados de la medición en la tabla 1.
 - ✓ Queso fresco que ofrece al mercado: 800 g

TABLA 1

Mediciones de pesos de queso fresco de 800 gr.

Unidades	Peso gr	Perdida gr	28	834	4
1	875	45	29	862	32
2	845	15	30	874	44
3	889	59	31	836	6
4	871	41	32	845	15
5	834	4	33	852	22
6	895	65	34	861	31
7	868	38	35	845	15
8	843	13	36	873	43
9	836	6	37	858	28
10	841	11	38	848	18
11	856	26	39	854	24
12	888	58	40	869	39
13	834	4	41	837	7
14	831	1	42	876	46
15	889	59	43	906	76
16	891	61	44	875	45
17	848	18	45	846	16
18	836	6	46	848	18
19	833	3	47	849	19
20	886	56	48	845	15
21	832	2	49	889	59
22	858	28	50	931	101
23	840	10	51	890	60
24	843	13	52	878	48
25	860	30	53	894	64
26	879	49	54	904	74
27	871	41	55	916	86

Nota: Se muestra los pesos de 55 quesos frescos que permiten ver la variabilidad del peso por exceso de suero. [Autores]

- **Aceptable mi sistema de medición:** Para saber si el sistema de medición cumple con la aceptabilidad, se lo realizó en Minitab mostrando en la figura 2 el siguiente resultado.

R&R del sistema de medición para Muestra

Nombre del sistema de medición : Variacion de la medicion de pesos
 Fecha del estudio: 29/01/2023
 Notificado por: John Vera
 Tolerancia: <30%
 Misc: Empresa A

Figura 2. Medición de muestra en Minitab, tolerancia aceptable de pesos de quesos. [Autores]

- **Promedio de perdida:** 33,04 g

B. Empresa B

En esta empresa las características del queso fresco después de la etapa del prensado son:

- **Cantidad de quesos diarios:** 150 quesos frescos.
- **Tiempo de prensado:** El tiempo de prensado es de 2 horas.
- **Tamaño mínimo de muestra:** 57 quesos
- **Textura blanda y gelatinosa:** No, queso bien compactado, semiduro y sin exceso de suero.

- **Variación de pesos:** la variación de peso de quesos por exceso de suero es significativa y esto se lo muestra en los resultados de la medición en la tabla 2.

✓ Queso fresco que ofrece al mercado: 750 gr

TABLA 2

Mediciones de pesos de queso fresco de 750 gr

Unidades	Peso gr	Pertida gr	29	793	43
1	715	35	30	757	7
2	775	25	31	792	42
3	760	10	32	755	5
4	790	40	33	787	37
5	765	15	34	792	42
6	785	35	35	756	6
7	810	60	36	776	26
8	785	35	37	787	37
9	795	45	38	768	18
10	795	45	39	786	36
11	802	52	40	793	43
12	769	19	41	804	54
13	784	34	42	808	58
14	769	19	43	762	12
15	793	43	44	790	40
16	810	60	45	769	19
17	767	17	46	763	13
18	763	13	47	802	52
19	756	6	48	792	42
20	789	39	49	797	47
21	777	27	50	798	48
22	775	25	51	795	45
23	807	57	52	759	9
24	798	48	53	790	40
25	770	20	54	770	20
26	787	37	55	802	52
27	776	26	56	782	32
28	767	17	57	781	31

Nota: Se muestra los pesos de 57 quesos frescos que permiten ver la variabilidad del peso por tiempo de prensado. [Autores]

- **Aceptable mi sistema de medición:** Para saber si el sistema de medición cumple con la aceptabilidad, se lo realizó en Minitab mostrando en la figura 3 el siguiente resultado.

R&R del sistema de medición para Muestra

Nombre del sistema de medición : Variación de la medición de pesos
 Fecha del estudio: 27/01/2023
 Notificado por: John Vera
 Tolerancia: <30%
 Misc: Empresa B

Figura 3. Medición de muestra en Minitab, tolerancia aceptable de pesos de quesos. [Autores]

- **Promedio de pérdida:** 32,6 gr

C. Empresa C

En esta empresa las características del queso fresco después de la etapa del prensado son:

- **Cantidad de quesos diarios:** 200 quesos frescos.

- **Tiempo de prensado:** El tiempo de prensado es de 15 minutos.
- **Tamaño mínimo de muestra:** 65 quesos
- **Textura blanda y gelatinosa:** Si, muy blando y gelatinoso (con exceso de suero).
- **Variación de pesos:** la variación de peso de quesos por exceso de suero es significativa y esto se lo muestra en los resultados de la medición en la tabla 3.
 - ✓ Queso fresco que ofrece al mercado: 800 gr.

TABLA 3

Mediciones de pesos de queso fresco de 800 gr.

Unidades	Peso gr	Perdida gr			
1	945	145	33	959	159
2	965	165	34	963	163
3	990	190	35	955	155
4	940	140	36	956	156
5	955	155	37	959	159
6	945	145	38	958	158
7	965	165	39	969	169
8	975	175	40	942	142
9	965	165	41	958	158
10	965	165	42	947	147
11	940	140	43	970	170
12	957	157	44	946	146
13	958	158	45	959	159
14	949	149	46	942	142
15	970	170	47	969	169
16	944	144	48	967	167
17	966	166	49	957	157
18	949	149	50	958	158
19	948	148	51	950	150
20	943	143	52	965	165
21	954	154	53	947	147
22	962	162	54	965	165
23	948	148	55	970	170
24	967	167	56	952	152
25	965	165	57	953	153
26	964	164	58	950	150
27	943	143	59	944	144
28	957	157	60	946	146
29	942	142	61	955	155
30	958	158	62	948	148
31	949	149	63	970	170
32	963	163	64	950	150
			65	949	149

Nota: Se muestra los pesos de 65 quesos frescos que permiten ver la variabilidad del peso por exceso de suero. [Autores]

- **Aceptable mi sistema de medición:** Para saber si el sistema de medición cumple con la aceptabilidad, se lo realizó en Minitab mostrando en la figura 4 el siguiente resultado.

R&R del sistema de medición para Muestra

Nombre del sistema de medición : Variacion de la medicion de pesos
 Fecha del estudio: 28/01/2023
 Notificado por: John Vera
 Tolerancia: <30%
 Misc: Empresa C

Figura 4. Medición de muestra en Minitab, tolerancia aceptable de pesos de quesos. [Autores]

- **Promedio de perdida:** 1556,21 gr.

El problema de variabilidad de pesos en los quesos es importante, ya que una mala textura puede afectar la calidad y la aceptación del producto por parte de los consumidores.

Las medidas texturales objetivas para quesos resultan como muestra una estrecha conexión entre las medidas texturales y la evaluación humana. Además, estas medidas texturales también están relacionadas con la composición de las muestras de queso. Se muestra con resultados un enfoque efectivo para la evaluación multidimensional del queso. La masticabilidad, que antes solo se podía calcular con métodos tradicionales, ahora puede ser medida directamente con la técnica utilizada. [5]

Por lo tanto, es necesario brindar una solución a este problema. Una alternativa viable es implementar otro tipo de empresa la cual se debería escoger de acuerdo con las necesidades de las empresas.

Tabla comparativa en la etapa de prensado

Al comparar estas empresas, se puede observar que utilizan métodos tradicionales con láminas de acero y pesos. Cada enfoque tiene sus propias ventajas y desventajas en términos de eficiencia, consistencia en la producción, costo y habilidades manuales requeridas.

TABLA 4

Tabla comparativa de la etapa de prensado

TIPOS DE PRENSAS UTILIZADAS			
	TIPO DE PRENSA	CAPACIDAD (quesos)	TIEMPO (minutos)
EMPRESA A	Prensa tradicional de planchas de acero	100	25
EMPRESA B	Prensa de tornillo	80	120
EMPRESA C	Prensa de tornillo	75	15

Nota: Se muestra los tipos de prensas, capacidad y el tiempo de utilización en cada una de las empresas. [Autores]

Es importante tener en cuenta estas diferencias al elegir una prensa para quesos. Algunas empresas pueden ofrecer quesos de alta calidad con un proceso más rápido y eficiente, mientras que otras pueden priorizar la tradición y habilidades manuales en su proceso de elaboración, resultando en un producto único y con una textura y sabor distintos. En definitiva, la elección dependerá de las preferencias y necesidades individuales de cada consumidor.

Productividad de las queseras

En el caso de las tres empresas que tienen un punto de fallo máximo de 3, la desviación estándar indica la cantidad de variación o dispersión que existe en los puntos de fallo de cada empresa. La desviación estándar es alta, significa que los puntos de falla varían mucho en cada una de las empresas queseras, lo cual puede ser un indicador de que hay una gran incertidumbre en cuanto a la calidad del producto por su peso. Esto se evaluó para determinar el nivel de consistencia en la producción de las empresas y tomar decisiones informadas sobre mejoras y cambios en el proceso.

- **Empresa A:** En esta empresa mediante la gráfica de la desviación estándar vemos un punto fuera más allá de 3, desviación estándar de la línea central, prueba de fallo en los puntos: 3; 7; 16; 20; 21; 25; 60; 69; 70; 71, como muestra la figura 5.



Figura 5. Puntos de falla empresa A, datos calculados en Minitab. [Autores]

- **Empresa B:** En esta empresa mediante la gráfica de la desviación estándar vemos un punto fuera más allá de 3, desviación estándar de la línea central, prueba de fallo en los puntos: 7; 16; 23; 41; 42, como muestra la figura 5.

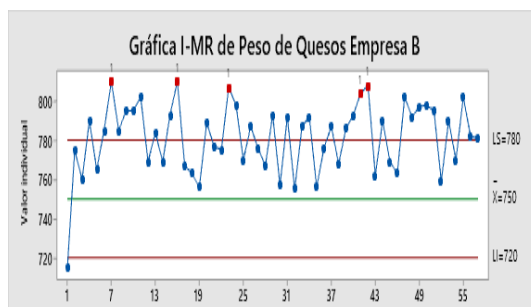


Figura 6. Puntos de falla empresa B, datos calculados en Minitab. [Autores]

- **Empresa C:** En esta empresa mediante la gráfica de la desviación estándar vemos un punto fuera más allá de 3, desviación estándar de la línea central, prueba de fallo en los puntos: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 47; 48; 49; 50; 51; 52; 53; 54; 55; 56; 57; 58; 59; 60; 61; 62; 63; 64; 65, como muestra la figura 5.

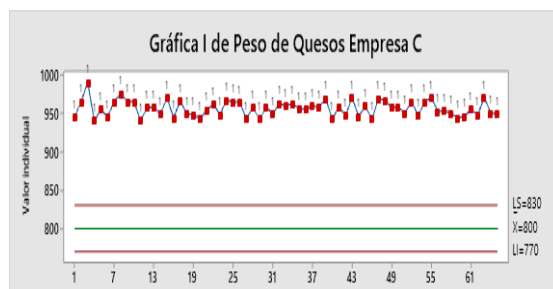


Figura 7. Puntos de falla empresa C, datos calculados en Minitab. [Autores]

Hay una gran incertidumbre en cuanto a la calidad del producto por su peso en la empresa C mostrándonos que en todo el lote de su producción tiene una alta variabilidad, lo que estaría perdiendo y toda su producción realizada, seguida de la empresa A y por último con una pérdida menor la empresa B.

Tipos de prensas para quesos

El proceso de prensado de quesos es importante para dar forma final al producto, eliminar el exceso de suero y permitir que la cuajada se una adecuadamente. Estas definiciones dependen del tipo de queso que se desea producir y el tipo de prensa que se utiliza, y varían en cuanto a la fuerza y el tiempo requeridos [6].

A. Tipos de prensas

- **Prensa mecánica tipo holandesa con pesas:** La prensa mecánica es una de las opciones más económicas. Su capacidad se basa en el número de niveles y tamaño de los moldes utilizados como se mira en la figura 8. La presión se puede ajustar con pesas a través de un sistema de palancas y cuerdas [7].

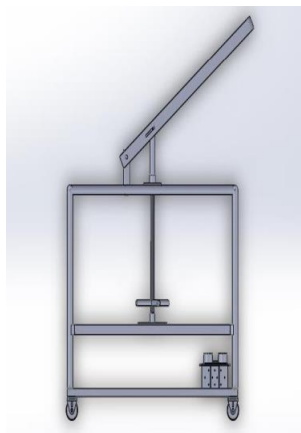


Figura 8. Diseño de prensa mecánica tipo holandesa con pesas. [8]

- **Prensa de tornillo:** En este tipo de prensa se gira simplemente el molde lleno de queso y se utilizar la manivela, presionará el queso lo que muestra la figura 9. Tiene una cesta de prensa y componentes de acero inoxidable para proteger la elaboración del queso [9].

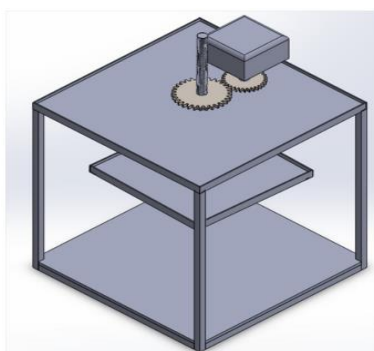


Figura 9. Diseño de prensa de tornillo mejorada. [10]

- **Prensa neumática:** Este tipo de prensa se puede personalizar la prensa para satisfacer las necesidades del cliente, incluyendo el espacio disponible y la cantidad de moldes necesarios. Se pueden usar entre 4 y 20 cilindros y se requiere un sistema de filtración, que puede ser un conjunto individual para cada prensa y llaves separadas en cada nivel. El

sistema de filtración incluye una válvula, un filtro, un manómetro, un regulador de presión y una llave de distribución [7].

Ventajas y desventajas de las prensas manuales y automáticas

Es importante evaluar las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de prensas, incluyendo prensas tradicionales por laminas y prensas automatizadas y semiautomatizadas, para poder tomar una decisión informada sobre la mejor opción para la empresa como se describe en la tabla 5 y 6. Al considerar las ventajas y desventajas, se pueden identificar las fortalezas y debilidades de cada tipo de prensa, lo que ayuda a determinar qué tipo es el más adecuado para satisfacer las necesidades de la empresa en cuanto a producción, eficiencia y costos.

Además, al comparar las diferentes opciones, se pueden identificar soluciones innovadoras y eficientes que permitan mejorar la productividad y reducir los costos a largo plazo.

TABLA 5

Ventajas y desventajas de prensas tradicionales

PRENSAS TRADICIONAL POR LÁMINAS	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Mayor control en la forma y tamaño del queso.• Permite la elaboración de quesos con diferentes tipos de textura.• Durabilidad y resistencia a la corrosión.• Menor costo en comparación con	<ul style="list-style-type: none">• Requiere más tiempo y esfuerzo físico para operar.• Puede resultar en una producción más lenta y menos eficiente.• Mayor riesgo de errores humanos y

<p>una prensa automatizada.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facil de mantener y limpiar. 	<p>producción inconsistente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dependencia del conocimiento y habilidades manuales del operador. • Mayor dificultad para controlar la presión y uniformidad en la forma del queso.
--	---

Nota: Se describe las diferentes ventajas y desventajas de las prensas por láminas para la etapa de prensado de quesos. [Autores]

TABLA 6.

Ventajas y desventajas de prensas automatizadas y semiautomatizadas.

PRENSAS AUTOMATIZADAS - SEMIAUTOMATIZADAS	
VENATAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor eficiencia y rapidez en la producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión inicial elevada en la compra y mantenimiento de la máquina.

<ul style="list-style-type: none">• Consistencia en el tamaño y forma de los quesos.• Reducción de errores humanos y posibilidad de realizar tareas peligrosas de manera segura.• Ahorro de tiempo y mano de obra.• Mayor capacidad de producción.	<ul style="list-style-type: none">• Dependencia de la tecnología y posibles fallos técnicos.• Requiere personal capacitado para su operación y mantenimiento.• Puede ser menos flexible en términos de adaptación a diferentes tipos de quesos.• Puede resultar en la pérdida de habilidades manuales y conocimiento técnico en la elaboración artesanal de quesos.
---	--

Nota: Se describe las diferentes ventajas y desventajas de las prensas automatizadas y semiautomatizadas para la etapa de prensado de quesos. [Autores]

Propuesta de prensa para mejorar el proceso de producción

A. Tecnologías de producción de alimentos inteligentes y sostenibles

La producción sostenible e inteligente de alimentos se basa en el uso responsable y eficiente de recursos como la tierra, el agua, el carbono, el nitrógeno y la energía, que están estrictamente relacionados con la naturaleza. Se ha demostrado que el uso sensato y eficiente de estos recursos no solo mejora la productividad, sino que también aumenta la rentabilidad y protege la sostenibilidad de los sistemas productivos[11].

B. Automatización en la empresa quesera

Proponer una solución para mejorar el proceso de elaboración de queso para pequeños y medianos productores. Es efectivo una máquina prensadora tipo palanca neumática que mejore la forma y compactación del queso y optimice el sistema de moldeo, con el fin de mejorar la calidad del producto. [12]

La automatización del prensado de quesos es una alternativa que ha logrado mejorar la eficiencia en la producción y la calidad del producto. Al realizar adaptaciones mecánicas y eléctricas en los equipos y utilizar un sistema de control PLC, el proceso de prensado se realiza sin la necesidad de un operador permanente, lo que permite una mayor estandarización de la calidad del producto y una mejora en la eficiencia de la producción. La implementación de la automatización en la industria láctea es una innovación que marca una tendencia en la mejora de los procesos productivos.

A través de mejoras mecánicas en los equipos eléctricos y electrónicos, se ha logra crear una máquina eficiente y fácil de usar para el operario. La incorporación de un PLC ha permitido que el proceso de producción se realice sin la necesidad de una supervisión constante, mejorando tanto la producción como la calidad del producto gracias a la estandarización de los procesos. La automatización es una innovación local en la producción de queso fresco semiblando, poniendo a la empresa en una posición de liderazgo en el mejoramiento de los procesos productivos [13].

C. Aire comprimido en la industria

El sector alimentario requiere una alta higiene para asegurar la calidad de los productos finales. Durante el proceso de producción y transporte de materiales, es necesario utilizar aire comprimido de alta pureza y para esto tiene que seguir un proceso como muestra la figura 10. También es

importante para el embalaje tener aire comprimido, como en la limpieza de botellas y contenedores plásticos. La tecnología que proporcionamos permite tratar el aire comprimido de forma personalizada, eliminando los condensados, filtrándolo y secándolo. [13]

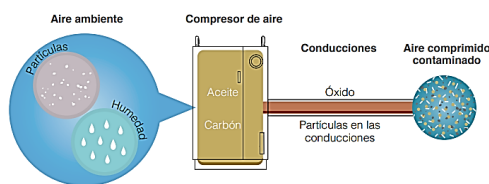


Figura 10. Requerimientos para un buen aire comprimido. [14]

La norma ISO 8573 es un estándar internacionalmente reconocido que establece la clasificación de la contaminación en sistemas de aire comprimido. La implementación de esta norma fomenta una evaluación exhaustiva de la contaminación más relevante en el aire comprimido, incluyendo partículas, agua, gas, contaminación microbiológica y aceite lo que se muestra en la tabla 7.

TABLA 7.
Contaminantes

ISO8573-1:2010 CLASE	Partículas sólidas			Concentración máxima mg/m ³	Agua		Acetate Concentración total de acetate (líquido, aerosol y vapor) mg/m ³
	Número máximo de partículas por m ³				Punto de roció a presión de vapor	Líquida g/m ³	
	0,1 - 0,5 micras	0,5 - 1 micras	1 - 5 micras				
0	Tal como especifique el usuario o el proveedor del equipo y más estrictos que los de la Clase 1.						
1	≤ 20 000	≤ 400	≤ 10	-	≤ -70 °C	-	0,01
2	≤ 400 000	≤ 6000	≤ 100	-	≤ -40 °C	-	0,1
3	-	≤ 90 000	≤ 1000	-	≤ -20 °C	-	1
4	-	-	≤ 10 000	-	≤ +3 °C	-	5
5	-	-	≤ 100 000	-	≤ +7 °C	-	-
6	-	-	-	≤ 5	≤ +10 °C	-	-
7	-	-	-	5 - 10	-	≤ 0,5	-
8	-	-	-	-	-	0,5 - 5	-
9	-	-	-	-	-	5 - 10	-
X	-	-	-	> 10	-	> 10	> 10

Nota: Se describe principales contaminantes, como partículas sólidas, agua y aceite. [15]

Es importante que el aire comprimido que entre en contacto directo con los alimentos cumpla con unos estándares de calidad superiores a los indicados en la figura 11.

PARTÍCULAS	El número máximo de partículas por m ³ no excederá de los valores indicados a continuación		
	0,1µm < d ≤ 0,5µm	0,5µm < d ≤ 1,0µm	1,0µm < d ≤ 5,0µm
HUMEDAD	100000	1000	10
ACEITE	≤ 0,01 mg/m ³		

Figura 11. Calidad ISO 8573-1:2010[2:2:1] [14]

En la producción alimentaria, el aire comprimido puede ser utilizado en una variedad de procesos, ya sea en contacto con los alimentos o no. Debido a ello, es importante asegurar la calidad del aire

comprimido y evitar su contaminación con el entorno y los alimentos, mediante el uso de tratamientos adecuados.

D. Propuesta de prensa

Se ha diseñado una prensa semiautomática con el objetivo de mejorar la productividad de las queseras. Esta solución permite reducir tanto el tiempo de producción como el exceso de suero en los quesos, lo que resulta en un mejor producto y una mayor rentabilidad. Con esta prensa semiautomática se espera mejorar la eficiencia en la producción de quesos y minimizar las pérdidas económicas.

Los microproductores no necesitan tener conocimientos técnicos avanzados para manejar una prensa semiautomática, ya que está diseñada para ser fácil de usar. Además, el proceso de formación y entrenamiento será brindado por el fabricante para que los microproductores puedan aprender cómo utilizar la prensa de manera eficiente y segura. Con una prensa semiautomática, los microproductores podrán mejorar su productividad y la calidad de sus productos sin tener que enfrentar obstáculos técnicos.

E. Diseño

Se ha diseñado una prensa semiautomática con el fin de mejorar la productividad de la empresa quesera. El diseño se ajusta a las necesidades específicas de la empresa, pudiendo ser de uno o hasta tres pisos. La prensa cuenta con pistones y una caja de control fácil de usar por el operario. Además, está equipada con un sensor y un contador para rastrear y registrar la producción diaria, permitiendo a la empresa mantener un control preciso de su producción como se muestra en la figura 12.

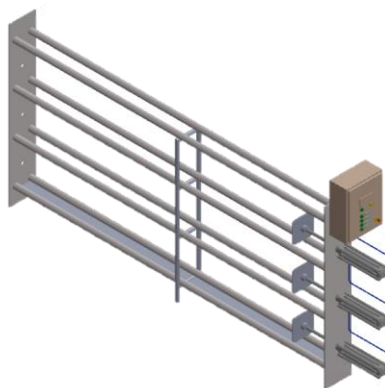


Figura 12. Diseño de prensa semiautomática. [Autores]

F. Programación

Todas las industrias buscan conocer la durabilidad de sus componentes, especialmente aquellos que tienen acciones de movimiento. Por esta razón, se necesita desarrollar un programa PLC innovador y crear una interfaz hombre-máquina (HMI) que permita visualizar en tiempo real el movimiento de los cilindros y el estado de los sensores. De esta forma, se puede monitorizar el uso y el estado de los componentes para garantizar su correcto funcionamiento y prolongar su vida útil [16].

La programación que muestra la figura 13 está realizada en el programa TIA Portal.

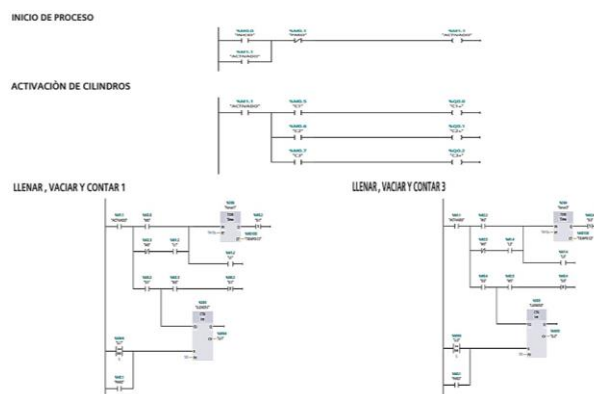


Figura 13. Programación Ladder del funcionamiento de la prensa semiautomatizada en TIA Portal. [Autores]

G. Interfaz

La creación de una interfaz fácil de manejar es clave para garantizar una operación eficiente y productiva en las empresas queseras y es interesante saber cómo es el funcionamiento para eso se realizó una simulación lo que indica la interfaz que se muestra en la figura 14. Es importante considerar los requisitos y habilidades de los operadores al diseñar la interfaz, utilizando una terminología clara y fácil de entender y un diseño intuitivo. Además, la interfaz es accesible y fácil de usar, con botones grandes y claros y una pantalla intuitiva que muestre información relevante como se muestra en la figura 15.



Figura 14. Interfaz de simulación de prensadora semiautomática. [Autores]

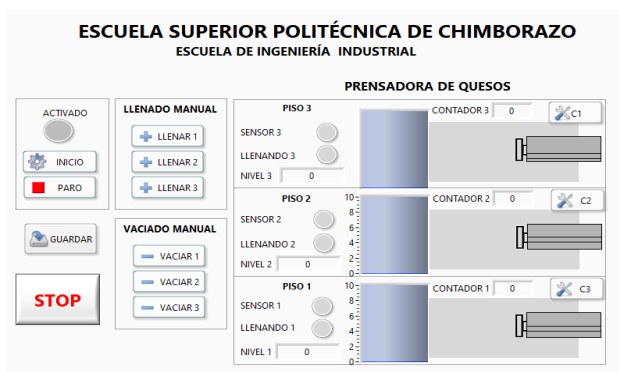


Figura 15. Interfaz gráfica de control de la prensa semiautomática. [Autores]

H. Funcionamiento

La prensador se prende y tiene que ser llenada manualmente con capacidad la cantidad estimada de quesos según la producción de la empresa.

- **Inicio.** – pulsador que prenderá la máquina.
- **Paro.** - este pulsador representa un paro de emergencia.
- **Llenar/ Vaciar Cilindro 1.-** que activará y desactivará el cilindro 1.
- **Llenar/ Vaciar Cilindro 2.-** que activará y desactivará el cilindro 2.
- **Llenar/ Vaciar Cilindro 3.-** que activará y desactivará el cilindro 3.
- **Sensor 1:** que se activará cada vez que se complete la línea total de quesos del piso 1.
- **Sensor 2:** que se activará cada vez que se complete la línea total de quesos del piso 2.
- **Sensor 3:** que se activará cada vez que se complete la línea total de quesos del piso 3.
- **Temporizador:** actúa según el tiempo que se da para prensar el queso.
- Si se determina el tiempo se detendrá el accionamiento.

- Si se llenan dos pisos se acciona cada uno del piso para poder realizar el prensado.
- **Contador 1:** dará el valor y seguirá almacenando cuantos quesos que prensaron en el piso 1.
- **Contador 2:** dará el valor y seguirá almacenando cuantos quesos que prensaron en el piso 2.
- **Contador 3:** dará el valor y seguirá almacenando cuantos quesos que prensaron en el piso 3.

Así se podrá dar un registro final de cuál es la producción de cada día de la empresa.

I. Costos

La propuesta de costos de la prensa semiautomática se muestra en la tabla 8, está evaluada exhaustivamente de todos los componentes que son principales y necesarios para su funcionamiento y producción.

TABLA 8.

Costos de componentes principales para la prensa semiautomática.

Descripción	Valor unitario (\$)
Láminas de acero inoxidable	250
Tubos de acero inoxidable	150
Tubos de aceros inoxidable soporte central	110
Placa de prensado	30
Caja eléctrica	50
Cilindros neumáticos	120

Nota: Se describe los diferentes componentes que existen en el mercado para la prensa semiautomática. [Autores]

Conclusión

La importancia de las queseras de la provincia de Chimborazo es crucial para el desarrollo de la industria alimentaria local. Estos productores y microproductores tienen la tarea de mejorar la calidad de su producto para evitar el exceso de suero en el queso y reducir las pérdidas económicas. Además, una producción de alta calidad ayudará a impulsar la economía local y fortalecerá la

posición de los microproductores en el mercado. Por esta razón, es fundamental que los microproductores inviertan en tecnologías y equipos que les permitan mejorar su proceso productivo, lo que permitirá mejorar la calidad de sus productos y satisfacer las demandas de los consumidores.

La comparación de la etapa de prensado en empresas queseras de Chimborazo ha demostrado la falta de tecnología que puede mejorar la productividad, para reducir la cantidad de suero excedente en los quesos y aumentar la calidad final del producto. Además, esto también puede disminuir las pérdidas económicas. La facilidad de manejo y la tecnología avanzada de una prensa semiautomática también pueden ser ventajosas para los microproductores, que pueden sentirse intimidados por la falta de conocimiento técnico. En general, la propuesta de una prensa semiautomática parece ser una solución efectiva para mejorar la eficiencia y la calidad en la etapa de prensado en las empresas queseras de Chimborazo.

Al reducir la necesidad de cargar pesos pesados totales de cada plancha para prensado se mejorará la seguridad en el lugar de trabajo y se mejorará la eficiencia y productividad de la empresa. La inversión en un entorno de trabajo seguro y una tecnología avanzada una inversión valiosa para mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores y la será calidad de los productos.

Referencias

1. B. R. Maizancho Andrango, “Mejoramiento del proceso de producción de quesos en la empresa Lácteos La Esencia mediante herramientas de manufactura esbelta,” 2021, Accessed: Jan. 28, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/32720>
2. P. F. Fox, T. P. Guinee, T. M. Cogan, and P. L. H. McSweeney, “Factors that Affect Cheese Quality,” *Fundamentals of Cheese Science*, pp. 533–542, 2017, doi: 10.1007/978-1-4899-7681-9_15.
3. P. F. Fox, T. P. Guinee, T. M. Cogan, and P. L. H. McSweeney, “Cheese: Structure, Rheology and Texture,” *Fundamentals of Cheese Science*, pp. 475–532, 2017, doi: 10.1007/978-1-4899-7681-9_14.
4. “MEASUREMENT SYSTEMS ANALYSIS Reference Manual Fourth Edition,” 1990, Accessed: Jan. 28, 2023. [Online]. Available: www.aiag.org

5. A. H. Chen, J. W. Larkin, C. J. Clark, and W. E. Irwin, "Textural Analysis of Cheese," *J Dairy Sci*, vol. 62, no. 6, pp. 901–907, Jun. 1979, doi: 10.3168/JDS.S0022-0302(79)83346-9.
6. "FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA INGENIERÍA ELECTRÓNICA".
7. "Prensas queseras | Maquinaria Utilizada en industria Láctea." <https://industriadelacteosblog.wordpress.com/maquinas/prensas-queseras/> (accessed Jan. 28, 2023).
8. A. BRIONES CORDOVA, "DISEÑO MEJORADO DE LA PRENSA PARA QUESOS EN EL AREA DE QUESERIA LACTEOS DE CHIAPAS S.A DE C.V," 2020, Accessed: Jan. 28, 2023. [Online]. Available: <http://repositorio.digital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/handle/123456789/1917>
9. S. Kriechenbauer, P. Müller, R. Mauermann, and W. G. Drossel, "Evolutionary optimization of deep-drawing processes on servo screw presses with freely programmable force and motion functions," *Procedia CIRP*, vol. 104, pp. 1482–1487, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.PROCIR.2021.11.250.
10. A. M. Rote, A. S. Harode, D. B. Chaware, S. P. Chavhan, M. K. Katole, and R. R. More, "Automated Pressing Machine," vol. 10, 2022, doi: 10.22214/ijraset.2022.42518.
11. H. Bach and W. Mauser, "Sustainable Agriculture and Smart Farming," *Earth Observation Open Science and Innovation*, pp. 261–269, 2018, doi: 10.1007/978-3-319-65633-5_12.
12. E. Flórez Solano, R. A. García León, and M. Escobar Macea, "MODELO DE EQUIPO DE PRENSADO TIPO PALANCA, PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE QUESO EN LA PROVINCIA DE OCAÑA," *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA)*, vol. 2, no. 28, May 2017, doi: 10.24054/16927257.V28.N28.2016.2477.
13. A. Y. Biotecnología, L. Melanie Barros Villacrés Tutora, and D. Mirari Yosune Arancibia Soria Ambato -Ecuador, "UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN".
14. "Calidad del aire comprimido para la industria alimentaria," *SMC Expertise-Passion-Automation*, [Online]. Available:

https://static.smc.eu/binaries/content/assets/smc_es/tratamiento-de-aire-y-lubricacion/smc_calidad-de-aire-comprimido_ind_alimentaria.pdf

15. “Introducción a las normas ISO de calidad del aire”, [Online]. Available: <https://www.oga.com.co/ogaen/wp-content/uploads/2015/08/ANEXO-1-CALIDAD-DE-AIRE-NORMA-ISO.pdf>
16. L. Mazza and M. Shekasteh, “POLITECNICO DI TORINO”.

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).