**VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE QUÍMICA**

**XII CONFERENCIA “LA INGENIERÍA QUÍMICA: DESARROLLO, POTENCIALIDADES Y SUS RETOS”**

**Evaluación del proceso de producción de queso.**

***Evaluation of the process of production of cheese.***

**Luisbel González Pérez de Medina1, Glennys Águila Hernández2, Jesús Luis Orozco3,**

**Yamilé Martinez Ochoa4, Bisleibis Jiménez Valero5 Yenisleydis Fernández Guerrero6.**

1-6 Universidad de Matanzas. Autopista a Varadero. Km 3 ½. Matanzas. Cuba

1-luisbel.gonzalez94@gmail.com 2-glennys.aguila@gmail.com 3-jesus.luis@umcc.cu

4-yamile.martinez@umcc.cu 5-bisleibis.jimenez@umcc.cu 6-yenisleidysfg@gmail.com

**Resumen:**

Este trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de queso en el Combinado Lácteo “Mártires del 19 de abril” de Matanzas. En él se determinaron las causas que producen violación de la disciplina tecnológica y su influencia sobre la calidad, economía y medio ambiente; y se emplearon para ello herramientas simples recogidas en la literatura como son: listas de chequeo, diagrama de Ishikawa, cartas de control, prueba de hipótesis, análisis de indicadores económicos de la producción e índice de calidad del agua. Las principales causas detectadas son la mala instrumentación, incumplimiento de las normas, falta de control del proceso, poca capacitación del personal, entorno socio-económico desfavorable y problemas con el mantenimiento. Además se pudo detectar que por concepto de violación de la disciplina tecnológica se dejan de ingresar 170 264,94 $/mes, se produce un incremento de la afectación a la calidad ambiental en un 51.1% y se afecta la calidad del producto terminado.

***Abstract:***

*This investigation work has the objective to evaluate the technological discipline performance in the cheese obtaining process from the Lactic Combination “Martyrs of April 19”, situated in Matanzas city. The causes which produce the technological discipline breaking were determined in this project and they have influence on the quality, the economy and the environment; that’s why it was used simples tools found in the studied literature like: check lists, Ishikawa diagram, control charts, Hypothesis Tests, analysis of economic indicators of the production and the water quality index. The main detected causes are the bad instrumentation, breach of the rules, lack of the process control, the very little qualification of the staff, the unfavorable socioeconomic environment and the troubles with the maintenance. Besides was detected that 170 264,94 $/month weren’t come into the factory due to the technological discipline breaking, an environmental quality affectation increase in 51.1% and the finished product quality is also affected.*

**Palabras Clave:**

Disciplina tecnológica, Evaluación de procesos, Producción de queso.

***Keywords:***

*Technological discipline, Evaluate the processes, Production of cheese.*

**1. Introducción**

La disciplina tecnológica es el conjunto de elementos que permiten la correcta operación de un proceso, siendo estos el control del proceso, normalización, instrumentación, mano de obra, mantenimiento y entorno socioeconómico y estos tienen una marcada influencia sobre la economía, calidad del producto, seguridad del proceso y el medio ambiente. [1]

El concepto de disciplina tecnológica se aplica a la producción de queso semiduro Caribe el cual es elaborado con leche normalizada entera, acidificada por cultivos de bacterias lácticas y coaguladas por cuajo y enzimas específicas.

La leche que se utiliza es del acopio diario, esta se recepciona, se mide y almacena hasta ser analizada y certificada por el laboratorio. Posteriormente pasa a la etapa de pasteurización en la cual se logra una temperatura de 72 a 76 ᵒC con una retención de 15 segundos. Después de eliminar o reducir la cantidad de microorganismos patógenos a niveles despreciables, se adicionan los cultivos lácticos que le atribuyen el sabor, color y textura al queso. También se añade cloruro de calcio antes de comenzar el período de maduración donde se añade la enzima coagulante. Cuando se observa una pérdida significativa en la liquidez de la leche se procede al corte de la cuajada y al tratamiento del grano, esta etapa es fundamental para lograr un desuere eficaz de la masa en la etapa de prensado y moldeado. Culminada esta etapa pasa al salado, donde los quesos son sumergidos en una salmuera que favorece la inmersión y forma una corteza que protege al producto en la maduración que se realiza por un período de 21 días. Transcurrido el tiempo previsto se lavan los quesos y estos se encuentran listos para el empaque. [2]

**2. Metodología**

Para evaluar las principales causas que inciden en la disciplina tecnológica se emplean numerosas herramientas que permiten detectar la incidencia de estas sobre el proceso.

2.1 Diagrama causa-efecto.

Para determinar las causas que influyen a su vez sobre en cada uno de los aspectos, de forma global se emplea el diagrama causa- efecto. Esta herramienta ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto las posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de la calidad. Su utilidad está dada para identificar los peligros relacionados con un proceso, identificando además las causas-raíz, o causas principales, de un problema o efecto, clasificando y relacionando las interacciones entre factores que están afectando al resultado del proceso.

**2.2 Procedimiento para evaluar los aspectos que influyen en la disciplina tecnológica.**

Para evaluar el control del proceso se monitorean las variables durante veinte días de producción. Dichas variables son temperatura de pasteurización, temperatura del agua de enfriamiento, acidez del cultivo industrial, temperatura de salado, grasa del suero, temperatura de la nevera, acidez y grasa del producto terminado.

Para analizar la estabilidad de estas variables se utilizan las cartas de control. Esta herramienta estadística permite analizar el funcionamiento del proceso, a través del comportamiento de variables, haciendo posible la prevención de fallos de los diferentes aspectos o elementos del mismo. También posibilita analizar el comportamiento de una variable o un proceso en el tiempo con el propósito de distinguir en tal variable sus desviaciones debidas a causas comunes de las debidas a causas especiales. [3]

Para la construcción y análisis de las cartas de control se utiliza el software STATGRAPHICS Plus 5.0 que ofrece en la carta el resultado exacto de los valores utilizados evitando de esa forma posibles errores y facilita la interpretación de los mismos.

La instrumentación se evalúa mediante la realización un inventario en el proceso tecnológico. Se verifica la cantidad de parámetros muestreados y se comparan con los establecidas en la norma para la fábrica, esto permite detectar la ausencia de instrumentos, así como las violaciones en el control y monitoreo del proceso. También se analiza la realización de algún muestreo que no esté normada y cuales se registran. Para poder contabilizar las mediciones y determinar a qué parámetros se le realizan menos controles se analiza la variable controlada, los puntos de control, el tipo de medición sea directa o indirecta, la frecuencia y si se registra. Todo esto permite emitir criterios sobre el estado de la instrumentación en el proceso.

Para evaluar el estado de la mano de obra, el mantenimiento y el entorno socio-económico de la industria en cuestión se emplean las listas de chequeo. Se elaboran a partir de criterios de especialistas de la empresa en esta rama de la producción, criterios de los autores de la investigación y elementos e interrogantes de otras listas de chequeo obtenidas en la bibliografía especializada. Es importante tener en cuenta que estos elementos se evalúan de forma cualitativa. Además se elabora una tabla donde se registran la cantidad de interrogantes que dan resultado negativo y positivo para poder realizar el análisis correspondiente.

**2.3 Evaluación de la repercusión sobre el proceso.**

La calidad del producto terminado se evalúa realizando pruebas de hipótesis a los parámetros característicos del producto y a las principales variables de las etapas del proceso que inciden directamente sobre este; que son comparados con la norma establecida para la industria. Los parámetros que se le realiza el análisis son temperatura de pasteurización, temperatura del agua de enfriamiento, acidez del cultivo industrial, temperatura de salado, grasa del suero, temperatura de la nevera, acidez y grasa del producto terminado. Para la realización de las pruebas de hipótesis se utiliza el software STATGRAPHICS Plus 5.0.

El análisis económico a realizar tiene como objetivo comparar los resultados de un mes de producción donde se analizan las diferentes violaciones de la disciplina tecnológica contra igual período de tiempo donde no existan pérdidas por dicha violación. Para ello se selecciona algunos indicadores como son costo de producción, valor de producción, ganancia, rentabilidad y costo por peso.

Para analizar la situación medioambiental de la empresa se calcula el índice de calidad del agua por la Guía Metodológica para le Evaluación del Impacto Ambiental, el cual permite determinar la calidad ambiental que posee y el impacto ambiental generado. Se considera un agua residual patrón, la cual cumple con los parámetros de la norma NC 27.2012 (Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado) .[4] [5]

Los parámetros de calidad del agua que se analizan son: pH, conductividad, oxígeno disuelto, coliformes, cloruros, temperatura, aspecto, dureza, calcio, magnesio, y nitritos.

El impacto ambiental se determina a través de la metodología propuesta por Conesa, donde se introduce en el gráfico el ICA que se encuentra en el eje de las abscisas expresado en porciento y se lee la calidad ambiental del agua residual enviada a la laguna.

**3. Resultados y discusión.**

**3.1 Análisis de los aspectos que influyen en la disciplina tecnológica.**

El control del proceso es fundamental para mantener un estricto cumplimiento de la disciplina tecnológica, esta permite garantizar la producción de alimentos inocuos y aptos para el consumo, para lo cual es necesario exigir el cumplimiento de los requisitos operacionales y sanitarios de las materias primas y de todo el procesamiento hasta el consumo de los productos alimenticios. Esto depende de numerosos factores como son el sistema de calentamiento y enfriamiento, las condiciones del equipamiento y muy importante la preparación y capacidad de los operarios, debido a que la planta presenta muchas operaciones manuales, que dependen de la mano de obra.

Los parámetros analizados se encuentran en estado fuera de control estadístico, lo cual hace que se pueda considerar el proceso de forma global fuera de control y de ellos 6 se consideran puntos críticos de control.

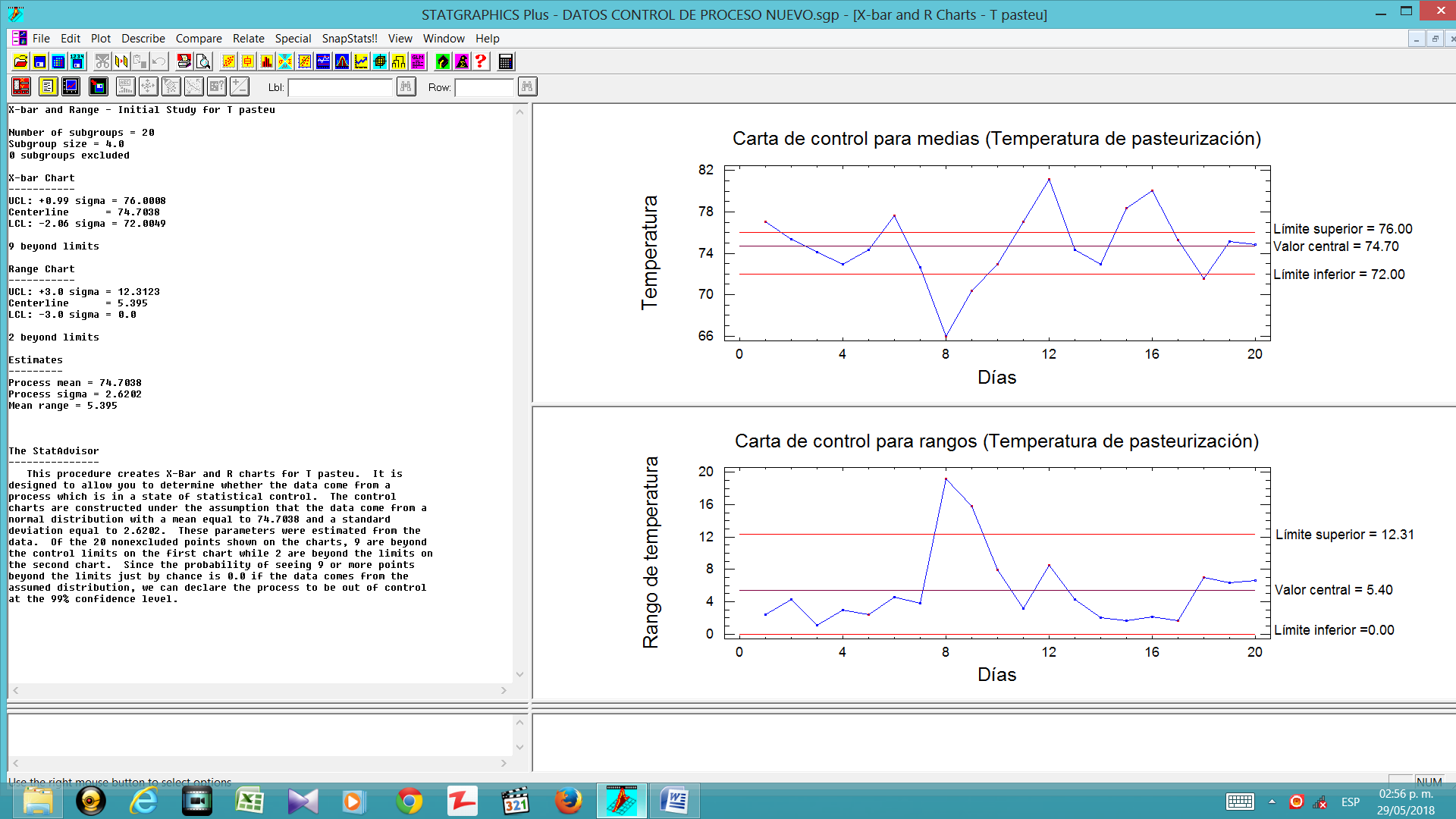


Figura 1: Carta de control para medias representando los valores de temperatura de pasteurización.

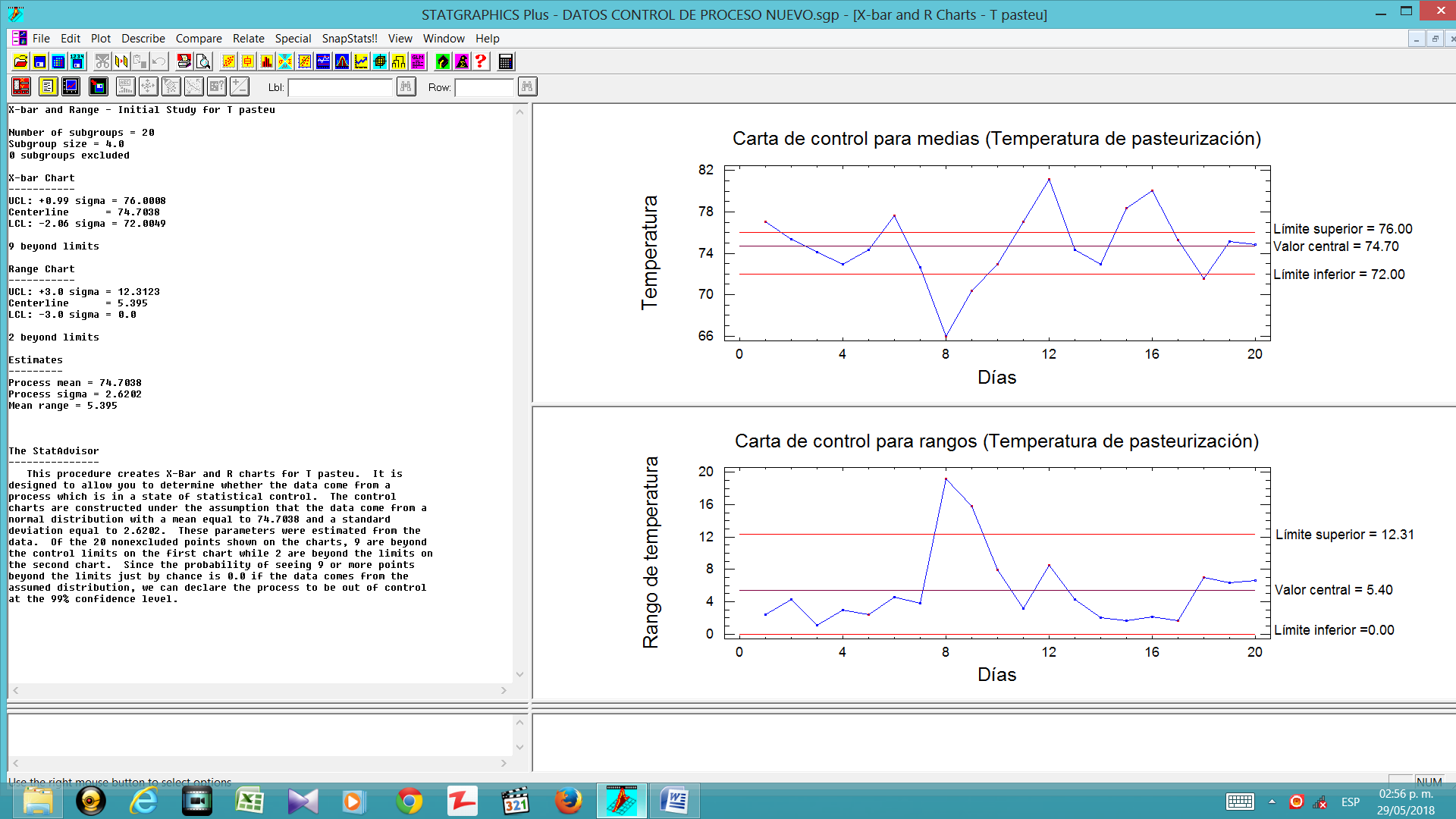


Figura 2: Carta de control para rangos representando los valores de temperatura de pasteurización.

Los principales cambios que se proponen para lograr un proceso armónico y que todas sus variables se encuentren en estado de control estadístico es capacitar al personal con el objetivo de que este interiorice la importancia de la pasteurización, las desventajas que trae la fluctuación de sus valores, lo cual afecta el estado rítmico del proceso. También existe una deficiente instrumentación, la caldera no se encuentra generando vapor con eficiencia debido a problemas técnicos que presenta, el nivel de amoniaco en el sistema se considera bajo en la etapa muestreada y existen desperfectos técnicos en los compresores de refrigeración.

La instrumentación industrial debe ser considerada como un sistema tecnológico complejo, ya que en su fabricación se integran diversas tecnologías de información básicas. El objetivo central de los instrumentos, es la medición, el registro y el control de las variables de proceso, lo que permite la supervisión de los procesos de transformación de las materias primas y de manufactura, manteniéndolos dentro de los límites de seguridad y calidad adecuados.

En la tabla 1 se muestra un resumen del estado instrumental de la planta, se informa de cada operación que se realiza, las variables que se deben controlar por norma y las que realmente se miden y si se registran

Tabla 1: Resumen del estado de la instrumentación del proceso.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Parámetro. . | Cantidad de medicionesa controlar por norma | Controle.  reales | Cantidad de mediciones.. que no se hacen normadas | Cantidad de mediciones que se hacen no normada | Registro. |
| Temp. | 14 | 11 | 3 | 0 | 7 |
| Presión | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| Peso específico | 4 | 4 | 0 | 0 | 4 |
| Acidez | 9 | 9 | 0 | 0 | 9 |
| % Grasa | 5 | 5 | 0 | 0 | 5 |
| % sólidos no grasos | 4 | 2 | 2 | 0 | 2 |
| Humedad | 4 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| Total | 43 | 31 | 12 | 0 | 27 |

El análisis de la instrumentación que se representa en la tabla 1evidencia que en el proceso de producción de queso semiduro Caribe; excluyendo el área de generación de vapor y la de refrigeración, está normado controlar un total de 43 parámetros. De esos se controla realmente 31, lo cual representa un 72% del total a controlar y se dejan de chequear 12 parámetros lo que representa el 28% del total normado. Se registran 27 parámetros, lo que representa un 87% del total controlado y un 63% del total normado. Las principales causas que contribuyen a no controlar los parámetros son la ausencia de instrumentación, tanto en el laboratorio como “in situ”.

Las mediciones de temperatura normadas son 14, de ellas se realizan 11, lo que representa un 79%. Se dejan de realizan un total de 3 mediciones a causa de la carencia de instrumentación “in situ”, estos locales son el de recepción de la leche de acopio, el de prensado y el de oreo. De las mediciones realizadas, 3 son con instrumentación digital “in situ”, que son la nevera donde se almacena el cultivo industrial, la nevera de maduración y el local de salado. Se realizan un total de 7 mediciones con un termómetro manual, este posee una escala acorde a las mediciones realizadas de 0 a 120 ᵒC, pero tiene la desventaja que posee la numeración muy pequeña que dificulta a los operarios su lectura. La medición de temperatura en el pasteurizador se realiza a través de un termómetro bimetálicoque trae el equipo, el cual marca en un rango de temperatura desde 0 a 100 ᵒC. Se detectó deficiencia en la calibración de los termómetros manuales, existiendo una diferencia de 4ᵒC en el termómetro de la especialista de calidad con respecto a los termómetros de cuatro técnicos. También se detectó la violación de las normas de inspección de calidad del proceso tecnológico, teniendo lugar la medición de temperatura en la toma de muestra del tanque de almacenamiento de la leche acopiada, lo cual introduce errores en dicha medición, y esto se produce por la carencia de instrumentación en dichos equipos.

De las 3 mediciones de presión que están normadas no se realiza ninguna. Se debe cumplir dichas mediciones en el pasteurizador, en la etapa de preprensado y en las prensas, la primera y la tercera carecen de manómetros que ofrezcan dichos valores y la etapa de preprensado se ejecuta de forma manual, lo cual no es posible su medición.

Las mediciones de humedad no se efectúan por la ausencia de instrumentación. El laboratorio no cuenta con equipos como un termohigrógrafo o un hidrógrafo que mida sobre una banda de papel la temperatura de bulbo seco y la humedad relativa del aire, ni con una estufa que permita determinar la humedad del queso u otro subproducto por diferencia de peso.

La acidez se determina a través de métodos analíticos valorativos por la ausencia de un pHmetro. La grasa, el % sólidos no grasos y el peso específico no presentan dificultad para la realización de las mediciones. Existe escasez de instrumentos en los equipos fundamentales del proceso, se realizan mediciones de forma manual, que introducen errores y hay equipos que no se encuentran calibrados; por lo que se ve afectada la calidad, economía, seguridad y medio ambiente, y se incurre en violación de la disciplina tecnológica.

Se puede considerar la instrumentación de la planta de forma general como deficiente, siendo los parámetros más significativos la temperatura, la presión y la humedad; y esto provoca que no se pueda controlar el proceso y no se respecte la disciplina tecnológica.

En la tabla 2 se muestran los resultados de la aplicación de las listas de chequeo a las causas que afectan el correcto cumplimiento de la disciplina tecnológica, las cuales son la mano de obra, el mantenimiento y el entorno socioeconómico.

Tabla 2: Resumen de la contabilización de los aspectos evaluados en las listas de chequeo.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Categorías | Negativo | Positivo | Total |
| Mano de obra | 7 | 9 | 16 |
| Mantenimiento | 10 | 3 | 13 |
| Entorno socio-económico | 9 | 4 | 13 |
| Total | 26 | 16 | 42 |

Los aspectos que influyen negativamente en el cumplimiento de la disciplina tecnológica representan un 62% y los que influyen positivamente solamente representan un 38% del total de elementos planteados para los tres aspectos analizados.

La mano de obra es el aspecto que se encuentra en mejores condiciones con respecto al balance de negativos y positivos. El 44% presenta un criterio negativo, lo cual no quiere decir que no se cometa violación de la disciplina tecnológica por parte de la mano de obra. Los aspectos que repercuten de forma negativa son la carencia de un proceso evaluativo de los operarios para adquirir la plaza, lo cual permite introducir operarios a la industria con mala preparación, los que se deben ir consolidando con el tiempo de experiencia, pero al no existir capacitaciones periódicas, ni un sistema para medir la eficacia de las mismas y estos no son penalizados por incumplir las normas y responsabilidades de su puesto de trabajo, nunca se va a lograr un operario capaz de enfrentar correctamente el proceso o la dificultad que surja en el transcurso de esta actividad. Durante la investigación se pudo observar que los maestros queseros y las técnicas del laboratorio de calidad poseen conocimiento sobre el proceso y las funciones de ellos debido a la antigüedad de ambos en la planta. Otro aspecto que influye de forma desfavorable es la ausencia de locales con servicios sanitarios en la planta de queso, por lo que tienen que trasladarse hacia otras plantas para realizar dichas necesidades; sí existe presencia de lavamanos independientes en el área de producción con las condiciones sanitarias requeridas y con los medios de desinfección establecidos. Es de mucha importancia la existencia de una lista de posibles factores de riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos y lograr que el personal de la planta concientice la vitalidad de la inocuidad alimentaria para la salud humana. El 54% de los elementos tienen carácter positivo, destacándose la formación de los maestros queseros sobre las maquinarias, también dominan las características de las materias primas y de los subproductos intermedios del proceso, lo cual contribuye a elevar la calidad requerida del producto terminado. El tratamiento de los residuales es uno de los elementos que posee mayor fortaleza en la industria, los especialistas de esta rama están implementado un nuevo sistema de tratamiento y se observa un interés por parte de todos para logar un efluente con las condiciones ambientales de vertimiento requeridas. La mano de obra es bastante estable y existen trabajadores que poseen hasta 20 años de experiencia a causa de la correcta atención que existe por parte de los dirigentes y la existencia de un liderazgo que es capaz de comunicar correctamente las tareas. Los trabajadores gozan de buena salud y aquellos que parecen de alguna enfermedad no manipulan alimentos para evitar los contaminaciones alimentarias.

El mantenimiento es el aspecto más crítico que se presenta en el análisis realizado. Se reportan como negativos el 77% de los elementos, destacándose la carencia de un programa de mantenimiento que permita la realización de estas actividades periódicas, tampoco la industria incentiva dicho proceso al no tener un presupuesto determinado para esta actividad. Solamente la planta hace paradas de reparaciones por roturas, no está asignado en su plan de trabajo paradas para dar mantenimiento y cuando esto ocurre se trata de resolver lo más a prisa posible violando las condiciones de diseño que afecta el estado técnico de los equipos y puede provocar hasta accidentes. Tampoco se evalúa al personal que realiza dicha actividad y no se le exige realizar informes para su posterior discusión por parte de la dirección. Al no efectuarse el mantenimiento existe menos posibilidad de realizar el mantenimiento de actualización, el cual permite compensar la obsolescencia tecnológica y las nuevas exigencias. Los aspectos positivos son menos y poseen menor grado de importancia. Existen los programas de limpieza y los productos normados para llevarla a cabo. La existencia de equipos de mantenimiento calibrados es importante cuando son empleados, pero al no realizarse dichas acciones, este parámetro pierde toda la importancia que se le debe atribuir.

El entorno socioeconómico posee una proporción de negativos y positivos más favorable que el mantenimiento, representado por un 70% de aspectos malos. Se destaca la afectación que provoca el polo turístico de Varadero y las empresas petroleras que cuentan con mejores salarios y logran una mayor motivación de los trabajadores, por lo que la mano de obra que recibe dicha planta es la menos calificada y menos dedicada a su labor, no constituyendo esta industria una de las de preferencia por la fuerza de trabajo en la región. No existen estudios de mercado donde se desarrolla la empresa, generando una marcada diferencia entre la oferta y la demanda, lo que posibilita que esta última sea considerablemente superior, lo que es por causa de los proveedores que no garantizan la cantidad y calidad de las materias primas que utiliza la planta. Los aspectos positivos representan un 30%, destacándose la existencia de contratos actualizados, copia de los informes y permisos y de registros de calidad de las materias primas.

**3.2 Análisis de la repercusión sobre el proceso.**

La calidad del proceso se considera pésima, de los 8 parámetros analizados a través de la prueba de hipótesis, los cuales fueron comparados con la norma establecida, solamente la temperatura de la nevera cumple con la norma. De las variables que no cumplen con la norma se encuentran en estado crítico la temperatura de pasteurización.

El valor medio de temperatura de pasteurización reportado es de 74,70 °C, pero existen valores que están fuera de la norma establecida según prueba de hipótesis, oscilando entre 55,9 y 85 °C.

La existencia de valores de temperatura por debajo de la norma trae consigo la permanencia de microorganismos patógenos en la leche que afectan la inocuidad del producto y provocan enfermedades transmitidas por alimentos, como son tuberculosis, tífus, difteria, bruselosis, etc. Una baja temperatura de pasteurización tiene ventajas como evita la desnaturalización de proteínas, elimina la destrucción de la vitamina D que es sensible a temperaturas mayores de 68°C y se necesita un 25% menos de tiempo para la coagulación. Se pueden utilizar los valores bajos de temperatura, pero se deben controlar a través de la reacción negativa con fosfatasa alcalina inmediatamente después del tratamiento térmico. Esto trae como consecuencias las recirculaciones en el proceso de aquellos volúmenes que dieron positivo, encarecen el producto y no garantizan una inocuidad en etapas posteriores. Por tanto, no son razonables las ventajas que tienen las bajas temperaturas cuando esto puede afectar la seguridad alimentaria del producto. [6]

Los elevados valores de temperatura de pasteurización registrados ocasionan grandes problemas en el proceso productivo y afectan considerablemente el rendimiento del mismo. Provoca la coagulación de la lactoalbúmina y lactoglobulina que son dos proteínas que contiene la leche, lo que altera también su valor nutritivo. Se altera la estructura de la caseína, la cual tiene una importante función en la coagulación. Provoca la precipitación de las sales de calcio, las cuales aceleran la coagulación uniendo la caseína con la grasa, benefician la estructura de la cuajada, permiten obtener menos pérdidas de materia grasa y proteína en el suero y contribuye también a que se efectué una buena expulsión del suero; por tanto se van a ver afectadas las ventajas mencionadas. Estas temperaturas elevadas significan un consumo de vapor adicional, lo que produce un mayor consumo de combustible y se contamina más al medio ambiente con el aumento de los gases y productos resultantes de la combustión.

Se propone como solución tener un mayor control por parte de los operarios y maestros queseros debido a que dicho parámetro se controla de forma manual. Las bajas temperaturas no son causadas por deficiente abastecimiento de vapor de la caldera, ya que cuando se detectaron dichos valores se modificó el flujo de vapor y aumentó así la temperatura.

Los resultados económicos del proceso de producción de queso según establece la norma difieren considerablemente del proceso real, en el que se violan una serie de parámetros que afectan la disciplina tecnológica, según se puede observar en la tabla 3.

*Tabla 3: Resultados del cálculo de los principales indicadores económicos.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Indicador económico | Unidad | Fuera de norma | Según norma |
| Costo de producción | $ | 887 017,61 | 809 148,26 |
| Valor de producción | $ | 913 320,17 | 978 486,78 |
| Ganancia | $ | 26 302,56 | 169 338,52 |
| Costo por peso | Adimensional | 0,97 | 0,83 |
| Rentabilidad | % | 2,96 | 20,9 |
| Punto de equilibrio | kg | 6 736 | 2 672,82 |

Cuando se cumple con los aspectos del proceso y de calidad, detectados como deficientes, aumenta la ganancia a $ 169 338,52; lo que representa un incremento de $143 035,96; representando este incremento 5,43 veces el valor de la ganancia cuando se incumple con la norma.

El dinero que hay que invertir para producir un peso disminuye de 0,97 a 0,83, cuyo indicador económico es el costo por peso. Evidencia que es necesario invertir menos para producir un peso, lo cual permite obtener mayor ganancia.

Cuando se cumple con la norma, la rentabilidad es 20,9% y el proceso que viola la disciplina tecnológica es de 2,96, lo cual disminuye considerablemente; y este último valor se encuentra totalmente alejado del intervalo establecido para industrias químicas.

Para el análisis medioambiental de calcula el índice de calidad del agua. Se selecciona la constante k=0,5 debido a que el agua presenta una apariencia a estar contaminada y muestra un fuerte olor. En la tabla 4 se señalan los resultados de control realizados al agua residual generada por el combinado lácteo.

Tabla 4: Resultados del cálculo del ICA y calidad ambiental.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Parámetros del agua | Unidad de medida | Agua residual patrón (con todos sus parámetros en norma) | % | Agua residual del proceso | % | Peso |
| pH | u. pH | 7 | 100 | 6.84 | 87 | 1 |
| Conductividad | µS/cm | 1500 | 70 | 3320 | 38,4 | 4 |
| Oxígeno disuelto | mg/L | 6 | 50 | 0 | 0 | 4 |
| Coliformes | n°/100mL | 1000 | 80 | incontables | 0 | 3 |
| Cloruros | ppm | 50 | 80 | 26 | 89,6 | 1 |
| Temperatura | °C | 24 | 80 | 34 | 35 | 1 |
| Aspecto | subjetivo | normal | 50 | desagradable | 30 | 1 |
| Dureza | mg/L | 100 | 80 | 192 | 71 | 1 |
| Calcio | mg/L | 50 | 70 | 132 | 63,8 | 1 |
| Magnesio | mg/L | 25 | 80 | 60 | 66 | 1 |
| Nitritos | mg/L | 0,01 | 80 | 0 | 100 | 2 |
| ICA | % | 71 | - | 19,9 | - | - |
| Calidad ambiental | - | 0.71 | - | 0.20 | - | - |

El agua residual analizada posee un ICA de 19,9% y al compararla con el agua establecida como patrón que posee un ICA de 71%; la diferencia es significativa y da una medida entre el agua que debería salir y la que está saliendo realmente; por lo que su impacto sobre el medio ambiente es negativo, de ahí la necesidad de perfeccionar el sistema de tratamiento existente.

**4. Conclusiones**

-La evaluación de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de queso Semiduro Caribe en el Combinado Lácteo “Mártires del 19 de abril” de Matanzas permitió determinar los problemas de calidad, económicos, de seguridad y ambientales que este genera.

-Las listas de chequeo para mano de obra, mantenimiento y entorno socioeconómico, así como la verificación del estado de la instrumentación y de la normalización permitieron determinar que estas causas inciden desfavorablemente en la disciplina tecnológica.

-Se pudo detectar que por concepto de violación de la disciplina tecnológica se afecta la calidad del producto final, por esta razón se dejan de ingresar $143 035,96 . La calidad ambiental se ve afectada a causa de que los residuales líquidos emitidos por la planta no cumplen con su norma.

**5. Referencias bibliográficas**

1. ÁGUILA HERNÁNDEZ, Glennys M. "La influencia de la disciplina tecnológica en los problemas ambientales que provoca la Pasteurizadora “Germán Hernández Salas” de Cárdenas " Director: Jesús Delfín Luis Orozco. Tesis de maestría, Universidad de Matanzas, Matanzas, 2007.

2. RIBOT ENRÍQUEZ, Ariel. *Manual de Laboratorios Lácteos. Centro Nacional de Seguridad Alimentaria (CENSA)*. San José de las Lajas, Mayabeque, 2014.

3. WOODALL, William H. *The Use of Control Charts in Health-Care and Public-Health Surveillance* [en línea]. [ref. de 25 de marzo de 2017]. Disponible en Web: http://www.npaihb.org.

4. CONESA FERNÁNDEZ, Vítora. "Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental", Ingenierías. Universidad de Medellín, 2015.

5. NC 27:2012. Vertimientos de aguas residuales a las aguas terrestres. Oficina Nacional de Normalización. Cuba. 2012.

6. CASTILLO, Alejandro. *Calidad e Inocuidad de Plantas Lecheras*. [en línea]. [ref. de 15 de septiembre de 2014]. Disponible en Web: http://www.scholar.google.com.