IMPLEMENTACIÓN DEL CICLO DEMING EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE ANTIGENOS DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE VACUNAS

Valdés-Álvarez Alejandra C. [1], Calderón-Jiménez Antonio[2], Méndez-Rivera Caín[3], Hernández-Sánchez Luis A.[4], González-González Eric[5]*
[1]Tecnológico Nacional de México /ITS Ciudad Serdán, Ave. Tecnológico s/n Colonia La Gloria, Cd Serdán, Puebla C.P 75520
** avaldez@cdserdan.tecnm.mx,*

Área de participación: **Ingeniería Industrial**

Resumen

Este proyecto se centra en la implementación de un ciclo Deming, para el control de la producción y la planificación de la misma, en una empresa dedicada a la elaboración de vacunas, con el objetivo de solucionar problemas de producción de antígenos, en el que a través de la integración de las órdenes de producción, permita planificar de manera estratégica el trabajo, controlar inventarios, y corregir sistemáticamente los costos, por medio de la utilización de herramientas y métodos de ingeniería, para identificar los problemas y causas raíces, mediante la elaboración de indicadores que sirven de apoyo para establecer la mejora continua.

Palabras clave: *Planificación, Producción, Antígenos.*

Abstract

This project focuses on the implementation of a Deming cycle, for production control and planning, in a company dedicated to the production of vaccines, with the aim of solving antigen production problems, in which Through the integration of production orders, it allows strategic planning of work, control of inventories, and systematic correction of costs, through the use of engineering tools and methods, to identify problems and root causes, through the elaboration of indicators that serve as support to establish continuous improvement.

Key words: *Planning, Production, Antigens.*

El presente trabajo se realizó en una empresa que se dedica a elaborar vacunas, es reconocida como de clase mundial, especializada en la producción y distribución de productos de la más alta calidad, aplicable a la identificación, prevención y solución del capital humano que necesita vacunas vivas, inactivas, reconvinantes, liofilizadas y de aspersión. Está dividida por departamentos, siendo la de mayor relevancia para este trabajo el área de “producción de antígenos”, que accede a desarrollar la creatividad a través de la implementación de métodos que permiten gestionar la calidad, mediante herramientas diseñadas para la organización y, que por medio de la metodología del ciclo Deming, se realizó la implementación de herramientas para la resolución de problemas de manera sistemática y estructurada para establecer objetivos e implementarlos en los procesos.

La implementación del ciclo Deming, permite cubrir las necesidades de la organización y especialmente en el área de “producción de antígenos”.

Metodología

El ciclo PDCA o también denominado como Ciclo Deming, se compone por 4 etapas, las cuales son: planificar (plan), hacer (do), verificar (check) y actuar (act) [1]. A continuación, se describen cada una de las etapas anteriores y la forma en que se implementó dentro del departamento de antígenos de una empresa productora de vacunas.

1. **Etapa de planear:**

Se tomaron en cuenta el número de quejas que tiene la empresa en el departamento de compras, dado que se encuentran un 89% más altas que el año pasado, y se centran en la entrega tardía de los productos que se solicitan, se analizaron 376 quejas de clientes principales de la empresa, a los cuales, si se les dio un seguimiento puntual, dado que presentaron formatos de recesión de contratos y quejas escritas por teléfono, correo electrónico o asistieron personalmente a la empresa. Se les aplicaron 4 técnicas que contribuyen al análisis de causas raíces para la comprensión del problema a resolver, dado que ya se presentan pérdidas económicas y posible despido de personal. Cabe mencionar que la empresa productora de vacunas está en proceso de transición, dado que un laboratorio más grande la ha comprado y en este momento se encuentra en la etapa de aprendizaje de métodos de trabajo, sistemas informáticos y procedimientos. A continuación, se describen que herramientas o técnicas se usaron.

A. ***Técnica de los 5 Porqués:*** Con la información inicial que se brinda, permite descubrir el ¿Por qué? es tan importante generar la documentación [2], se llevó a cabo una reunión con el personal clave a cargo del departamento y, así, analizar las causas que generaron que, en el área de producción de antígenos, no se haya exigido la priorización del lanzamiento de las órdenes.
B. ***Diagrama de Ishikawa:*** Este diagrama permite visualizar las variantes en las que se identifican los puntos más relevantes de un sistema deficiente [3], como las diferentes variantes y relaciones del departamento afectado, teniendo como resultado las causas como el diseño, el personal, el desarrollo, el método, las herramientas, y que estos tienen subconjuntos en las que se explica de manera más detallada las deficiencias que tenía el departamento.
C. ***Diagrama de flujo:*** El sistema indica que posterior a que se realiza un lanzamiento de una orden de producción, en un software llamado LX, tendría que ser evaluada y autorizada por el departamento de control de calidad, siguiendo los pasos del diagrama de flujo de la organización, de no cumplirse con dicho proceso, no podría iniciarse la producción y quedaría detenida hasta que se autorice.
D. ***Técnica de 5W + 2H:*** Con la ayuda del diagrama de flujo se buscó visualizar de manera clara las etapas del proceso, para después aplicar las 5w+2H, para conocer por medio de preguntas, las afectaciones que el departamento tiene, y como se ve afectado directamente el control de sus inventarios, de la materia prima y del producto terminado e inclusive que no se controla el tiempo de la mano de obra, con base en toda esta información, se realizó un diagnóstico de áreas de oportunidad, y a su vez se proponen soluciones a dichos problemas.

El proceso que se lleva a cabo para la realización de órdenes de producción, empieza en el registro en el sistema hasta que el departamento de producción de antígenos, lo reporta al área de planeación, ya sea, porque es necesario realizar un consumo de producto terminado o para ajustar su inventario de materias primas, pero no siempre, dada la carga de trabajo se revisa el nivel del inventario, sólo se registra un posible valor conforme la experiencia de la persona que recibió el pedido, del mismo modo se presentan cuellos de botella, porque no se tiene un seguimiento puntual, esto no permite fluir de forma eficiente el proceso en las áreas.

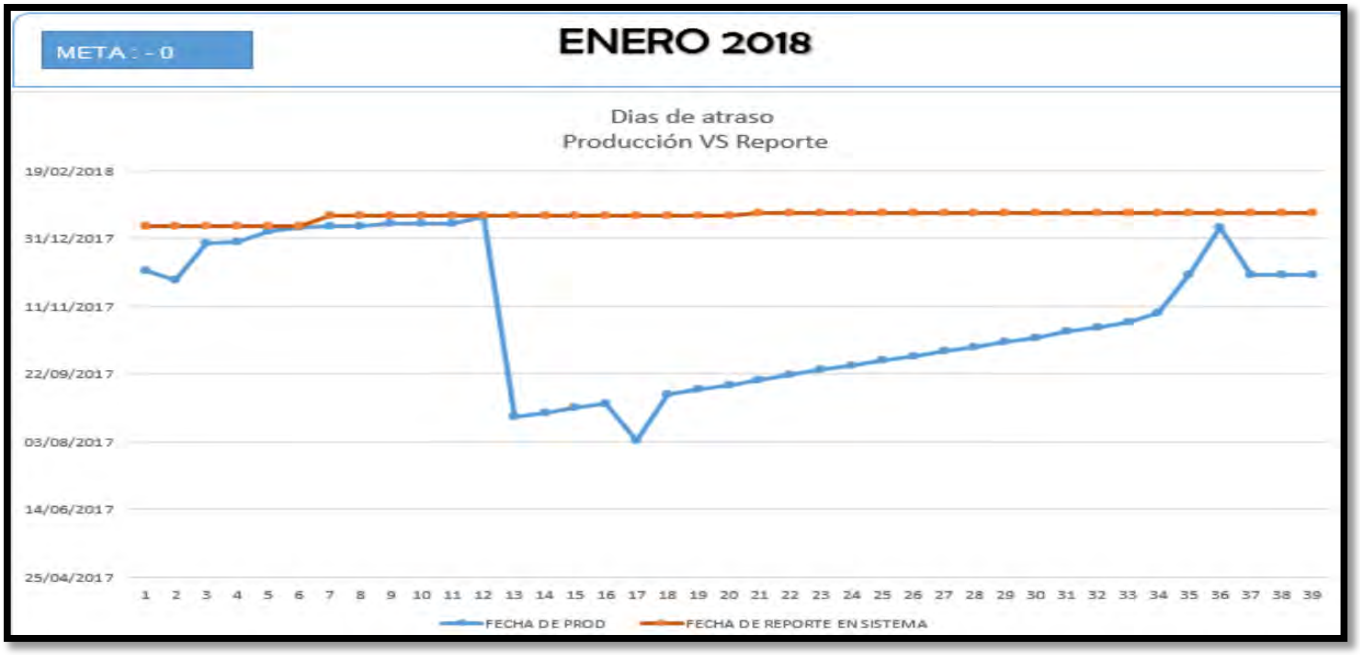
A continuación, se muestra un análisis más completo en el que se puede identificar la magnitud del problema, generado por los atrasos que existen entre el tiempo de producción y el tiempo que transcurre para que se elabore la orden de producción en el sistema. Para ello se elaboró un informe de autoría propia, que no existía y en el que se puede apreciar de manera mensual la cantidad de reportes de producciones que se generaron con días de atraso, durante los meses de enero a julio del 2018, y la manera en que esto impacta a la empresa. Se describe de izquierda a derecha la siguiente información:

1. Código, es asignado por el departamento de planeación a cada uno de los productos desarrollados, considerando para ello ciertos lineamientos que se describen en un procedimiento elaborado por el departamento de control de calidad, y de estricto control en manejo y consultas.
2. Descripción del producto, en este apartado se describe el nombre del producto, el cual, es asignado por el área de investigación y desarrollo de nuevos productos.
3. Lote, es el que controla el consecutivo y estricto control del producto. Era asignado por el mismo departamento de "producción de antígenos" hasta hace un par de meses atrás, pero ahora lo controla el departamento de calidad por medio de un procedimiento nuevo, y lo asigna el área de planeación, al tiempo en que realiza una orden para una producción.
4. Fecha de producción, indica el tiempo real en que se elaboró el producto.
5. Fecha de reporte en sistema, marca el tiempo real en el que se reporta el producto en el sistema.
6. Días con atraso, muestra la cantidad de días acumulados entre la fecha real de la producción y la fecha en que se realizó el reporte en el sistema. Ejemplo: del 07 de diciembre del 2017 al 09 de enero del 2018 han trascurrido 33 días.

DIGO	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	LOTE	FECHA DE PROD	FECHA DE REPORTE EN SISTEMA	DIAS CON ATRASO
5024001310	MEDIO MEM	071217	07/12/2017	09/01/2018	33
5024000530	CALDO ICC	301117	30/11/2017	09/01/2018	40
5024001795	TRIPSINA AL 0.25%	281217	28/12/2017	09/01/2018	12
5024001310	MEDIO MEM	291217	29/12/2017	09/01/2018	11
5024001795	TRIPSINA AL 0.25%	050118	05/01/2018	09/01/2018	4
5024000530	CALDO ICC	080118	08/01/2018	09/01/2018	1
5024001390	PBS 1X	090118	09/01/2018	17/01/2018	8
5024000530	CALDO ICC	090118	09/01/2018	17/01/2018	8
5024001310	MEDIO MEM	110118	11/01/2018	17/01/2018	6
5024001420	PLACAS AGAR ICC	110118	11/01/2018	17/01/2018	6
5024001425	PLACAS AGAR MACCONKEY	110118	11/01/2018	17/01/2018	6
5024000535	CALDO SOYA TRIPTICASEINA	160118	16/01/2018	17/01/2018	1
5024000570	CULTIVO DE HEPATOCITOS	210817	21/08/2017	17/01/2018	149
5024000570	CULTIVO DE HEPATOCITOS	240817	24/08/2017	17/01/2018	146
5024000570	CULTIVO DE HEPATOCITOS	280817	28/08/2017	17/01/2018	142
5024000570	CULTIVO DE HEPATOCITOS	310817	31/08/2017	17/01/2018	139

Tabla 3. Información enero

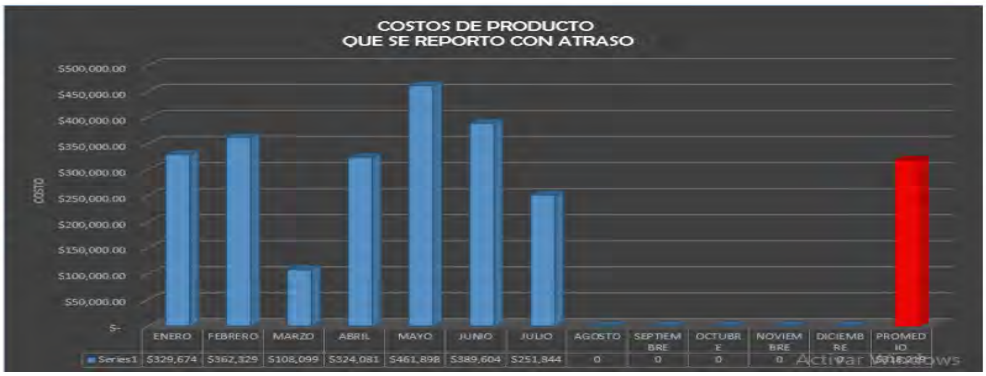
En el mes de enero se reportó al sistema un total de 39 productos, de los cuales, ninguno fue reportado antes o igual a su fecha de elaboración, como se puede visualizar en la gráfica del mes de enero del 2018 que se muestra a continuación.



Gráfica 1. Reporte mes de enero

En la gráfica 2, se colocó del lado izquierdo una tabla de resumen, primero presenta la cantidad de productos que fueron reportados con días de atraso, en cada uno de los meses considerados, tomando de enero a julio, y hacia bajo, se muestra el promedio entre los siete meses, que es de 37 productos por mes, además de hacer la sumatoria del total de los productos reportados en todos los meses, arrojando un total de 260 productos por los siete meses. También se alcanza a apreciar de manera representativa, el costo de acuerdo a los meses en que se generaron los reportes, y de acuerdo a esto, en promedio se dejaron de reportar $ 318,219.07 por mes, lo cual, tiene un impacto sobre el presupuesto mensual, la existencia de inventario y desbalance en el costo de mano de obra, afectando no sólo el mes en el que se produce, sino el mes en el que se reporta, generando un costo total de $2, 227,533.49 de enero a julio del 2018.

CANTIDAD DE PRODUCTOS	MES	IMPORTE
39	ENERO	$ 329,674.58
42	FEBRERO	$ 362,329.84
17	MARZO	$ 108,099.22
42	ABRIL	$ 324,081.74
40	MAYO	$ 461,898.37
49	JUNIO	$ 389,604.82
31	JULIO	$ 251,844.91
N/A	AGOSTO	N/A
N/A	SEPTIEMBRE	N/A
N/A	OCTUBRE	N/A
N/A	NOVIEMBRE	N/A
N/A	DICIEMBRE	N/A
37	PROMEDIO	$ 318,219.07
260	TOTAL	$ 2,227,533.49



Gráfica 2. Reporte mes de enero

2. Etapa de Hacer:

Una vez que se analizó la situación del departamento de antígenos, se procedió a la implementación del ciclo Deming. Las mejoras que se realizaron fueron las siguientes:

1. Diseño de un plan de producción eficiente.
2. Capacitación al personal.
3. Control del inventario.
4. Indicadores visuales.
5. Círculos de calidad.
6. Manual de procedimientos.

3. Etapa de Verificar:

Una vez implementado el ciclo Deming, se llevó a cabo la recolección de información con la finalidad de analizar la mejora en el departamento de producción de antígenos. En la gráfica 3, se muestra que, en el mes de septiembre, una vez que se dio la implementación de las mejoras, se empezó a reducir los días de entrega a destiempo a los clientes, mostrándose la tendencia a la reducción.



Gráfica 3. Reporte de septiembre

En el mes de septiembre se empezó a observar la mejora en el sistema, y la transición siguió, y gracias a lo implementado, desde el mes de agosto a diciembre, se muestra que en tres meses permaneció con pérdidas, pero los últimos meses del año se reportan en cero, este logro alcanzado es por medio de las herramientas o técnicas involucradas en el presente trabajo.

De igual manera se realizó la comunicación con los clientes de inicio, es decir, los que presentaban quejas y cancelaciones de pedidos, por el tiempo de entrega deficiente, y se observan resultados positivos, porque ahora realizan pedidos y se entregan a tiempo.

En México esta empresa nació como necesidad en el mercado sin conocimientos de ingeniería, y gracias a las aportaciones de las técnicas y herramientas, se logró una reducción significativa en el tiempo de elaboración de las vacunas, control de la producción y documentación necesaria en el proceso.

4. Etapa de Actuar:

En esta última etapa se alcanzaron las metas iniciales y se aplicaron las propuestas generadas con anterioridad, como parte de la mejora continua se estableció que se realizará un monitoreo de los indicadores de producción y en caso de tener desviaciones del sistema se aplicaran acciones correctivas correspondientes.

Resultados y discusión

Resultados de los 5 porqués: Se realizó una reunión con el personal clave a cargo del departamento, y de esta manera poder analizar las causas que generaron que el área de producción de antígenos, no haya exigido la priorización del lanzamiento de las órdenes, y además evaluar los elementos que tendrían que haberse considerado desde la implementación del nuevo sistema.

5 PORQUÉS ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ DEL PROBLEMAS					
¿Por qué?	Porque 1	Porque 2	Porque 3	Porque 4	Porque 5
¿Por qué se está realizando el lanzamiento de órdenes de producción posterior a la elaboración del producto?	No se lleva un control en los requerimientos de producción	No hay control en sus inventarios	Control de Calidad no está interfiriendo en la inspección del proceso	Planeación no está generando un plan de producción estratégico	El departamento de planeación no interfiere en la planificación del área de Producción de Antígenos
¿Por qué no se consideró el lanzamiento de las órdenes de producción en el sistema ERP?	Los consultores visualizaron el área de Producción de Antígenos como un departamento independiente.	El área de planeación no paso la información correcta.	Se cambió el personal de planeación y este no hizo la trazabilidad correcta.	El área de planeación no conocía la forma de trabajo, con la que están ligados los departamentos y las áreas de producción de IASA.	Se realizó una planificación deficiente en la integración de empresas.
¿Por qué no se está generando la planificación adecuada?	El departamento de planeación no ha dado seguimiento	Es un proceso tardado y de seguimiento constante	Implica implementar técnicas que ayuden a fluir el proceso	El departamento de planeación no se involucra	Falta de comunicación entre los departamentos de; Planeación, Prod. Antígenos y Control de Calidad

Figura 1. Los 5 porqués.

Resultados del Diagrama de Flujo: El sistema indica que posterior a que se realiza un lanzamiento de una orden de producción, en el software LX, tendría que ser impresa para ser evaluada y autorizada por el departamento de control de calidad, siguiendo los pasos como se describen en el diagrama de flujo, que se muestra a continuación:



Figura 2. Diagrama de flujo para la autorización de ordenes de producción.

Resultados del Diagrama de Ishikawa: Mediante una nueva lluvia de ideas, se generó un análisis por medio de un diagrama de Ishikawa, con el personal del departamento afectado (producción de antígenos). En este diagrama se pueden visualizar las variantes que permiten identificar los puntos más relevantes de un sistema deficiente, y que conllevaron a la situación que hoy se presenta en la empresa.

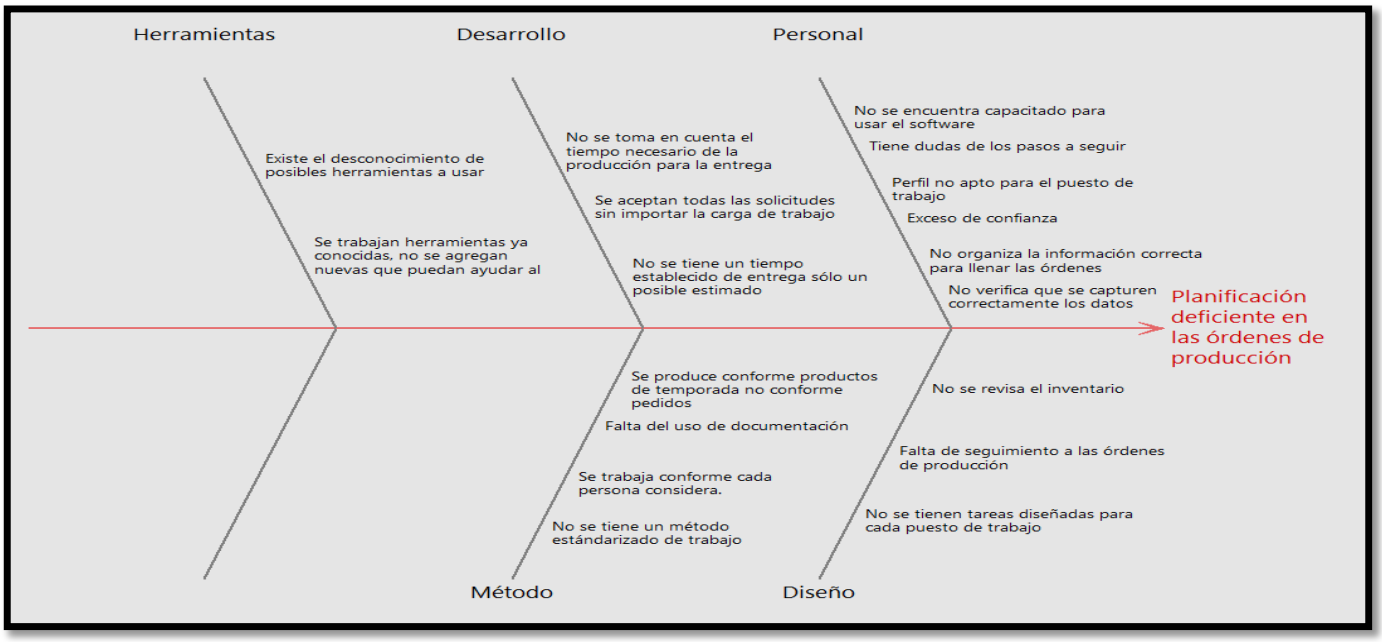


Figura 3. Diagrama de Ishikawa

Resultados de la Técnica 5W + 2H: La tabla 1, representa el diagnóstico de problemas que tiene el departamento, mientas que la tabla 2, visualiza la solución de los problemas conforme lo obtenido en reuniones de trabajo, con las personas involucradas en el proceso.

5"W" + 2"H" Diagnóstico de problemas			
What?	¿Qué?	Problema que se presenta:	1. No se tiene controlada la planeación de sus producciones y tampoco cuenta con un plan de producción estratégico que le permita accionar anticipadamente las ordenes que se requieren para iniciar una producción. 2. Posterior al lanzamiento de una orden de producción en el sistema, esta tendría que ser evaluada y autorizada por el departamento de Control de Calidad para que se verifique que todos los materiales están en regla, es decir, que se encuentran liberados y que cuentan con su vigencia de utilidad.
Where?	¿Dónde?	Lugar dónde ocurre el problema:	En el área de "Producción de Antígenos", de la empresa Sanfer-IASA.
When?	¿Cuándo?	Referencia del tiempo:	A partir de la implementación del nuevo sistema ERP (LX) que se generó en la fusión de empresas Sanfer-IASA.
Who?	¿Quién?	Participa en el problema:	El área de Planeación y Control de Calidad.
How?	¿Cómo?	Forma en que ocurre el problema:	No se está cumpliendo con los lineamientos que marca el sistema.
Why?	¿Porque?	Causa probable de que ocurra el problema:	En el departamento de Producción de Antígenos no se implementó el sistema de trabajo que se aplica en el área de producción del producto terminado (Biológicos).
How Much?	¿Cuanto?	¿Cuántos problemas se dan en un mes? ¿Cuánto dinero está implicando?	Considerando los meses de Enero a Julio 2018, en promedio se dejaron de reportar unos 37 productos mensuales que equivalen en costo $ 318,219.91 pesos y sumando los siete meses contemplados en total son 260 productos con un importe de $ 2,227,533.49 pesos.

Tabla 1. Tabla de Técnica 5W+2H del diagnóstico de problemas.

5"W" Y 2"H" En la solución de problemas			
What?	¿Qué?	Problema se quiere mejorar:	Elaborar un plan de trabajo estratégico para la producción, que le permita accionar anticipadamente sus órdenes desde el sistema y puedan ser evaluadas y autorizadas por el departamento de Control de Calidad, para que este a su vez, verifique que todos los materiales a consumir, están vigentes y se encuentran en regla de acuerdo a sus especificaciones para que se puedan utilizar.
Why?	¿Porque?	Se quiere mejorar:	Para implementar un método de trabajo que ayude a corregir un problema de gestión logística en la planificación y control eficiente del flujo de materiales y producto terminado, así como el flujo de información relacionada con la parte del costo y mano de obra aplicada en el procesos de los productos.
When?	¿Cuándo?	Referencia del tiempo:	Una semana antes de que dé inicio el mes a la producción.
Where?	¿Dónde?	Lugar dónde se va a mejorar:	En el área de "Producción de Antígenos", de la empresa Sanfer-IASA.
Who?	¿Quién?	Participa en la mejora:	El área de Planeación, Producción de Antígenos y Control de Calidad. (Residente)
How?	¿Cómo?	Lo va a mejorar:	Recopilando los datos de productos que requiere el rea solicitante.
How Much?	¿Cuanto?	Costo de producto?	La empresa podrá visualizar su gasto mensual oportuno y accionar su presupuesto mensual considerando en promedio $ 318,219.91 pesos.

Tabla 2. Tabla de la Técnica 5W + 2H sobre las soluciones de mejora.

A continuación, se describen los resultados obtenidos en esta etapa, los cuales, son los siguientes:

1. Diseño de un plan de producción eficiente: Empezó con un catálogo de productos existentes, dado que se desconocía y no estaban dados de alta en ningún departamento, sólo se tenía el conocimiento de los productos más vendidos de la empresa, por la experiencia de los trabajadores con más tiempo en el área de producción de antígenos. Esta acción tuvo como resultado el lanzamiento de ordenes de producción más eficientes una vez identificados todos los productos de la empresa. El catálogo de los productos incluyó un código para cada uno, la descripción, las unidades en que se tienen y por último cantidad de lotes. Se muestra continuación lo explicado.

CODIGO	DESCRIPCION	U/M	ILOTS
5024000012	ACS IA H5N2 L-20	ML	300
5024000013	ACS IA H5N2 L-21	ML	300
5024000014	ACS IA H7N3 L-22	ML	300
5024000015	ACS IA H5N2 L-27	ML	400
5024000016	ACS IA H5N2 L-30	ML	400
5024000018	ACS IA SUBTIPO H5N2	ML	300
5024000021	ACS INFLUENZA PORCINA H1N1	ML	300
5024000022	ACS INFLUENZA PORCINA H3N2	ML	300
5024000070	AG SHP-IAP/92 INACTIVADO	L	2.5
5024000176	AG E COLI CEPA 01/192 INACTIVADO	KG	16
5024000177	AG E COLI CEPA 01/45 INACTIVADO	KG	16
5024000178	AG E COLI CEPA 02 INACTIVADO	KG	16
5024000179	AG E COLI CEPA 035 INACTIVADO	KG	16

Figura 4. Catálogo de la empresa

2. Capacitación al personal: Existía desconocimiento o dudas sobre el software LX, que es el encargado del registro de órdenes de producción, por lo cual, se capacitó al personal sobre la información necesaria para el uso correcto, haciendo hincapié en las fechas de registro y la fecha de entrega de las vacunas. Así como la creación de usuario y contraseña de cada persona que registra las órdenes de producción.

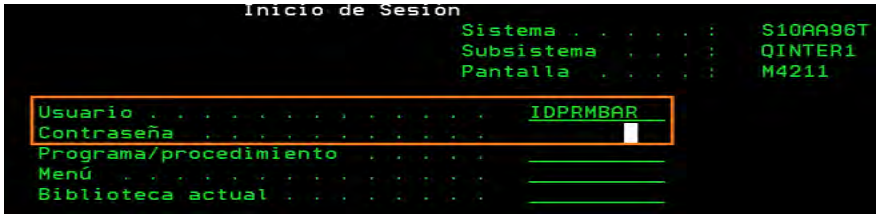


Figura 5. Página de inicio del software LX

3. Control del inventario: Se llevó a cabo el correcto manejo del inventario, empezando con el registro del mismo en el sistema, actualizándose en cada momento de ingresar una orden de producción, dada esta acción se consiguió la información necesaria para elaborar después planes maestros de producción.



Figura 6. Control del inventario del software LX

4. Indicadores visuales: Se documentaron los indicadores de producción, y se evaluaron los métodos de trabajo. En este punto se llevó a cabo la calendarización para la producción de antígenos, y como meta se establece la entrega de los productos dentro del tiempo establecido. De igual forma se propone la elaboración de calendarios de producción visuales con la finalidad de que la comunicación se encuentre lo más clara posible.

sanfer IASA
Investigación Aplicada en Salud Animal

Fecha de elaboración: 05-Nov-2018

CALENDARIO PARA PRODUCCION DE ANTÍGENOS

NOVIEMBRE

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
			1	2 Suspensión de labores	3	4
5	6	7 5024000530 # 29002 CALDO ICC 75 L LOTE: SLICCLV07	8	9 5024001620 #29003 S. HEPES 20 MM 4 L LOTE: 'SLHEPLV02	10	11
12 5024001310 #29004 MEDIO MEM 10 L LOTE: SLMEMLV18	13	14 5024000535 #29289 C. SOYA TRIP. 1 L LOTE: SLCSYLV04	15	16 5024000500 #29290 BICARBONATO DE SODIO AL 7%. 1 L LOTE: SLBICLV02	17	18
19 Suspensión de labores	20 5024000530 # 29291 CALDO ICC 75 L LOTE: SLICCLV08	21	22 5024001795 # 29292 TRIPSINA AL 0.25% 3 L LOTE: SLT2SLV05	23	24	25
26 5024001430 # 29291 P AGAR SANGR 11 L LOTE: SLICCLV08	27	28 5024001310 #29294 MEDIO MEM 10 L LOTE: SLMEMLV19	29	30		

Figura 7. Calendario de producción

5. Círculos de calidad: Se decidió la implementación de círculos de calidad, con la finalidad de presentar los hallazgos encontrados en la fecha correspondiente, causas raíces y posibles soluciones para el sistema. Cada reunión tendrá como evidencia la lista de asistencia y minutas elaboradas donde se plasmen los compromisos y trabajo con fecha de entrega y responsable.



Figura 8. Círculos de calidad

6. Manuales de procedimientos: El diseño de manuales de procedimientos e instructivos de trabajo, se llevó a cabo en la implementación del ciclo Deming, esto con la finalidad de disminuir los errores humanos, dado que existían dudas de cómo realizar procedimientos necesarios para la generación de las ordenes de producción, identificación de lotes, códigos, etc. En lo antes descrito se menciona que se capacitó al personal, pero también se llevó a cabo la documentación con la finalidad de contribuir a la capacitación de las personas involucradas en el proceso, ya sean de nuevo ingreso o personal contratado con anterioridad.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS ESTÁNDARES DE OPERACIÓN	Código: IA: PEO/SI/0001	Versión: 02
		Página:	13 de 13
	ASIGNACIÓN DE NUMERO DE LOTE	Vigente hasta:	Julio 2020

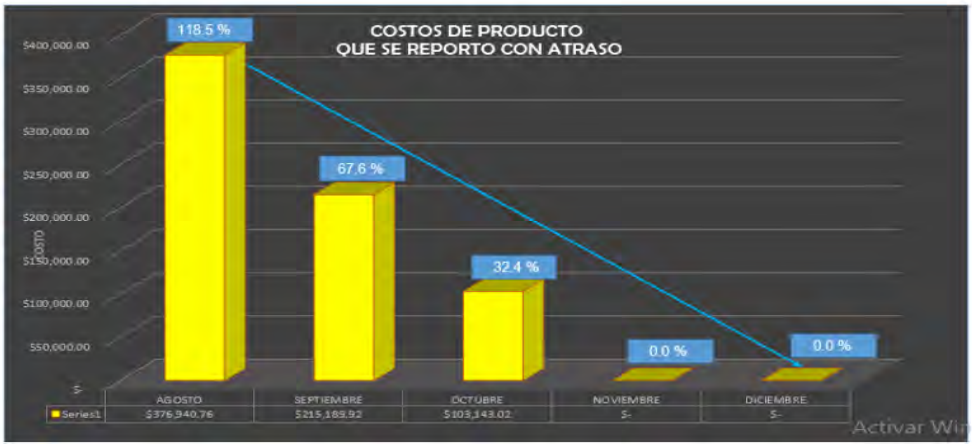
ANEXO 5. CLAVES PARA LOTEAR LAS SOLUCIONES DE PRODUCCIÓN DE ANTÍGENOS.

Soluciones	Lote
Agar ICC	SLAIC
Agar Maconkey	SLMAC
Agar sangre	SLASA
Azul de tripan 0.4%	SLAZT
Bicarbonato de sodio 7%	SLBIC
2-Bromoetilenamina 0.1M	SLBRO
Caldo ICC	SLICC
Caldo soya	SLCSY
Caldo TPB	SLTPB

Figura 9. Manual de procedimientos

Los resultados obtenidos, se presentan en la gráfica 4, en la cual, se observa que a partir de los meses de noviembre y diciembre ya no se presentan pérdidas económicas, reduciéndose los porcentajes de 118.5% a 0%, y desde agosto a diciembre se muestra una tendencia a la reducción. Se confirmo con el departamento de ventas la disminución de la cancelación de pedidos y quejas de los clientes de la empresa.

Cantidad Productos	MES	IMPORTE
39	ENERO	$ 329,674.58
42	FEBRERO	$ 362,329.64
17	MARZO	$ 108,099.22
42	ABRIL	$ 324,081.74
40	MAYO	$ 461,898.37
49	JUNIO	$ 389,604.82
31	JULIO	$ 251,844.91
40	AGOSTO	$ 376,940.76
40	SEPTIEMBRE	$ 215,189.92
20	OCTUBRE	$ 103,143.02
9	NOVIEMBRE	$ -
N/A	DICIEMBRE	$ -
22	ACUMULADO DE AGOSTO A NOVIEMBRE	$ 695,273.71



Gráfica 4. Reporte final

Dados los resultados obtenidos en la reducción de días de entrega, se quedó como acuerdo la implementación del ciclo Deming de manera periódica, con la finalidad de la detección de áreas de oportunidad a tiempo para su corrección y atención. Incluyendo la documentación y seguimiento hasta el control, reducción o eliminación de las observaciones en medida de lo posible.

La implementación del ciclo Deming en el sistema de producción de antígenos de una empresa mexicana dedicada a la fabricación de vacunas, dio lugar a resultados significativos. La entrega tardía de productos ocasionaba pérdidas económicas. Además, la adquisición de la empresa por parte de una compañía más grande al principio causó inestabilidad. Sin embargo, gracias a las etapas del ciclo Deming, la empresa logró un control eficiente de sus procesos internos y externos, realizando un análisis exhaustivo de todas las variables involucradas en la producción de vacunas, lo que permitió reducir errores y mejorar la toma de decisiones en cada área.

Trabajo a futuro

Se propone el seguimiento a las herramientas implementadas, con la finalidad de conservar los resultados obtenidos hasta este momento, del mismo modo la capacitación constante del personal de nuevo ingreso o al que ya se tiene contratado, sobre temas de mejora continua y calidad.

Conclusiones

La selección correcta de los métodos y herramientas que fueron utilizados en el presente trabajo, representaron la base para la implementación de indicadores gráficos, tablas, manuales de procedimientos, catálogos de productos, etc. Estos ayudaron a medir la eficiencia del sistema e implementar el ciclo Deming exitosamente, para el control de la producción, en el área de antígenos de una empresa dedicada a la elaboración de vacunas vivas, inactivas, reconvinantes, liofilizadas y de aspersión. Se tuvieron que realizar diferentes actividades, así como la implementación de métodos y herramientas, ya que se organizó correctamente la información entre los diferentes departamentos, y de esta manera se fortalecieron las debilidades existentes en la generación de ordenes de producción hasta la elaboración de las vacunas, así mismo se enriquecieron las fortalezas de la organización, y se trabaja por una cultura de calidad, que incluya a la mejora continua en sus procesos. Se implementaron círculos de calidad entre los departamentos de planeación, producción de antígenos y control de calidad, para que esto les permitiera fluir la información relacionada con su sistema de trabajo. El principal resultado fue la disminución de los días de entrega de vacunas, que paso de un rango entre 1 a 265 días en promedio de retraso a entregarse a tiempo, lo cual, detuvo la recesión de contratos que sufría la empresa y el número elevado de quejas por parte de los clientes principales.

Agradecimientos

Al departamento de Investigación y Posgrado del Tecnológico Nacional de México campus Ciudad Serdán.

Referencias

[1] Mura, M., & Duflou, J. R. (2021). "The Deming Cycle: A New Approach to Lean Manufacturing." International Journal of Production Research, 59(12), 3648-3663. doi:10.1080/00207543.2020.1820195.

[2] George, M. L. (2021). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide for Improving Quality, Process Control, and Profitability*. McGraw-Hill. (Incluye los 5 porqués como herramienta de mejora continua)

[3] Snee, R. D. (2021). "The Ishikawa Diagram: A Tool for Continuous Improvement." *Quality Progress*, 54(7), 26-31. (Exploración de su uso en procesos de mejora continua)

[4] Dutta, A. (2022). "Applying the Deming Cycle in Agile Software Development." Journal of Software Engineering and Applications, 15(3), 120-134. doi:10.4236/jsea.2022.153008.

[5] Zhang, Y., & Li, X. (2023). "Integrating the Deming Cycle into Project Management for Continuous Improvement." Project Management Journal, 54(1), 24-36. doi:10.1177/87569728211047202.

[6] Smith, J. (2020). "Quality Management: The Legacy of W. Edwards Deming." Quality Management Journal, 27(4), 214-223. doi:10.1080/10676979.2020.1795128

[7] Sweeney, S. (2021). "Implementing the Deming Cycle for Quality Improvement in Healthcare." Journal of Health Organization and Management, 35(6), 734-746. doi:10.1108/JHOM-09-2020-0322.

[8] Kumar, R., & Singh, A. (2022). "Revisiting Deming's Principles: Lessons for Modern Manufacturing." International Journal of Quality & Reliability Management, 39(3), 563-576. doi:10.1108/IJQRM-04-2021-0142.

[9] Park, J. H., & Lee, K. (2023). "Adapting the Deming Cycle for Sustainable Business Practices." Sustainability, 15(2), 1124. doi:10.3390/su15021124.

[10] Jadhav, J. R., & Pandiya, S. (2022). "Effectiveness of the Deming Cycle in Service Industries: A Case Study." Total Quality Management & Business Excellence, 33(5-6), 590-601.