

Proposal for improvement in the production process of fresh green asparagus to increase the profitability of the company agroexports Nathanael S.A.C.

Miguel Angel Rodríguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería¹, Cynthia Jael Montoya-Lucano, estudiante Ingeniería Agroindustrial¹, Johana Antoanet Bazán-Rodríguez, estudiante Ingeniería Agroindustrial¹
¹Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.rodriguez@upn.edu.pe, N00111776@upn.pe, N00173843@upn.pe

Abstract– The objective of this work is to determine the influence of the improvement proposal on the profitability of the company Agroexports Nathanael S.A.C. Therefore, the various factors and causes that affect it were studied; Also, the economic impact that it causes in the company was recognized. The main causes that affect the company's process are the lack of a calibration and maintenance plan for scales, a lack of distribution of tasks among operators, a lack of standardization of the work system, and a lack of control procedures for the supply of raw material. The engineering methodologies proposed in this research are: QFD quality house, Failure Mode and Effects Analysis (AMFE), Six Sigma process improvement. Which will allow to improve the process of operation of the company.

The results of the proposed engineering methodologies are to carry out weekly training for the operators, improve the quality inspection of raw materials when entering and leaving the processing plant, as well as carrying out biweekly maintenance on the machinery. Next, the economic / financial evaluation of the proposal for improvement in maintenance management in the production process was made, resulting in the proposed improvement being viable, since Van is equal to S/.24 236.2, with an IRR of 62.31. %, recovering the total investment in 2.9 years, which is equivalent to 3 years.

Keywords: *Quality, improvement tools, profitability, costs.*

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Propuesta de mejora en el proceso de producción de espárrago verde fresco para incrementar la rentabilidad de la empresa agroexportaciones

Nathanael S.A.C.

Miguel Angel Rodríguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería¹, Cynthia Jael Montoya-Lucano, estudiante Ingeniería Agroindustrial¹, Johana Antoanet Bazán-Rodríguez, estudiante Ingeniería Agroindustrial¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.rodriguez@upn.edu.pe, N00111776@upn.pe, N00173843@upn.pe

Resumen– El presente trabajo tiene como objetivo determinar la influencia de la propuesta de mejora en la rentabilidad de la empresa Agroexportaciones Nathanael S.A.C. Por ello, se estudiaron los diversos factores y causas que la afectan; también, se reconoció el impacto económico que ocasiona en la empresa. Las principales causas que afectan el proceso de la empresa son la falta de plan de calibración y mantenimiento de balanzas, falta de distribución de tareas de los operarios, falta estandarizar sistema de trabajo y la falta de procedimientos de control para el abastecimiento de materia prima. Las metodologías de ingeniería propuestas en la presente investigación son: Casa de calidad QFD, Análisis de Modo de Fallos y Efectos (AMFE), Mejora de procesos Six Sigma. Lo cual permitirán mejorar el proceso de operación de la empresa.

Los resultados de las metodologías de ingeniería propuestas son realizar capacitaciones semanales a los operarios, mejorar la inspección de calidad de materia prima al ingresar y al salir de la planta de proceso, como también realizar mantenimiento quincenal a la maquinaria. Seguidamente, se hizo la evaluación económica / financiera de la propuesta de mejora en gestión de mantenimiento en el proceso productivo dando como resultado que la mejora planteada es viable, ya que, Van es igual a S/.24 236.2, con un TIR del 62.31%, recuperándose el total de la inversión en 2.9 años, lo cual equivale a 3 años.

Palabras clave: Calidad, herramientas de mejora, rentabilidad, costos

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el Perú es considerado como el primer país exportador de espárragos a nivel mundial, siendo así reconocido por la calidad de su producto, las principales zonas de producción se encuentran en Ancash, Lima, Ica y La Libertad.

En la Libertad, específicamente en el distrito de Paiján se encuentra la empresa Agro exportaciones Nathanael S.A.C dedicada al procesamiento de espárrago verde fresco para exportación hacia los países de EE.UU y España.

En dicha empresa, los problemas que se afrontan son la falta de plan de calibración y mantenimiento de balanzas, ya que, al realizar el muestreo de pesos de cajas de producto terminado, se observa que las balanzas de producción brindan pesos inadecuados respecto a la balanza de muestreo, el peso excedente por periodo es de 3.520 kg, considerando que se realizan 2 periodos al día, el excedente resulta en 7.04 kg por día y 42.24 kg

por semana, lo cual implica una pérdida de 484.07 soles a la semana (Ver Tabla 1), ya que cada kilogramo de espárrago fresco tiene un valor de 11.46 soles.

Tabla 1

Datos de peso excedente semanal de espárrago fresco

Datos	Peso de caja (gr)	Peso excedente x periodo (kg)	Peso excedente x semana (kg)	Costo total por excedente (semana) (S/.)
1	5.100	0.1	1.20	13.75
2	5.420	0.42	5.04	57.76
3	5.410	0.41	4.92	56.38
4	5.200	0.2	2.40	27.50
5	5.510	0.51	6.12	70.14
6	5.500	0.5	6.00	68.76
7	5.480	0.48	5.76	66.01
8	5.400	0.4	4.80	55.01
9	5.300	0.3	3.60	41.26
10	5.200	0.2	2.40	27.50
Total		3.52	42.24	484.07

Por otro lado, en cuanto a la mano de obra, existen confusiones de tareas durante el proceso, esto debido a la falta de distribución de tareas de los operarios, los cuales al no tener claras sus funciones realizan su trabajo en áreas que no les corresponden y esto genera discusiones entre ellos, resultando en tiempos de paradas de trabajo. La empresa cuenta con 7 áreas de trabajo, en las cuales se presentan discusiones de 21 veces por semana, generando un tiempo de trabajo perdido de 285 min, lo cual ocasiona una pérdida de 31.3025 soles. A continuación, en la Tabla 2, se detalla el número de discusiones por etapas, diario y semanalmente.

Tabla 2

Datos de tiempo perdido semanal por falta de distribución de tareas de operarios

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Etapa	N° de discusiones (día)	Tiempo perdido (min x día)	Tiempo perdido (min x sem)	Costo total por semana
Recepción de MP	2	6	36	3.95
Lavado y desinfección de MP	4	8	48	5.27
Selección y clasificación	2	4	24	2.64
Empaque	3	6	36	3.95
Codificado	2	6	36	3.95
Hidrogenado y paletizado	3	7.5	45	4.94
Almacenam.	5	10	60	6.59
Total	21	47.5	285	31.3025

En el proceso de selección, clasificación y empaque de materia prima, los operarios trabajan utilizando métodos empíricos, en base a su experiencia y sin usar alguna herramienta de apoyo o de medida, lo que genera que haya un exceso en el tiempo destinado a dicha tarea o por reproceso. Además, debido a que el pago de la mano de obra es por destajo, es que los operarios se preocupan más por producir la mayor cantidad de cajas posibles en el menor tiempo, y menos por respetar en la mayor medida de lo posible las especificaciones de calidad a través de la aplicación de métodos inadecuados. Esto se expresa como la falta de sistema de trabajo estandarizado, con lo que se obtiene una pérdida de 131.141 soles semanales. A continuación, en la Tabla 3 se presenta el tiempo extra que se tardan los operarios en realizar cada tarea en cada una de las áreas, por día y por semana.

Tabla 3

Datos de pérdida total semanal por falta de sistema de trabajo estandarizado

Etapa	Tiempo adicional (min x día)	Tiempo adicional (min x sem)	Costo total por semana (S/.)
Recepción de MP	25	150	16.48
Lavado y desinfección de MP	30	180	19.77
Selección y clasificación	35	210	23.07
Empaque	26	156	17.13
Codificado	29	174	19.11
Hidrogenado y paletizado	25	150	16.48
Almacenamiento	29	174	19.11
Total	199	1194	131.141

En cuanto al producto terminado, se presenta una producción en un rango de 174 a 198 cajas de espárrago verde fresco por día, lo que equivale a un total de 1108 cajas a la semana. Sin embargo, el cliente realiza la devolución de cajas con imperfecciones y en mal estado, esto se debe a la falta de procedimientos de control de calidad antes y después de recepcionar la materia prima, y al no verificar las especificaciones que se necesitan cumplir cuando el producto ya está terminado para poder lograr su exportación.

Cabe mencionar que, el precio unitario de cada caja es de S/. 57.30 y al recepcionar las cajas devueltas se observa una pérdida de S/. 1489.80 semanales. Por ende, a continuación, se muestra la Tabla 4, la cual representa el número de días y cajas producidas, el precio unitario de las cajas, número de cajas devueltas y el costo total de las cajas devueltas.

Tabla 4

Datos de pérdida total semanal por falta de procedimientos de control para el abastecimiento de materia prima.

Día	N° cajas	Precio por caja (S/.)	N° cajas devueltas	Costo total por cajas devueltas (S/.)
Lunes	176	57.30	3	171.90
Martes	190	57.30	6	343.80
Miércoles	183	57.30	5	286.50
Jueves	174	57.30	3	171.90
Viernes	187	57.30	5	286.50
Sábado	198	57.30	4	229.20
Total	1108		26	1,489.8

II. METODOLOGÍA

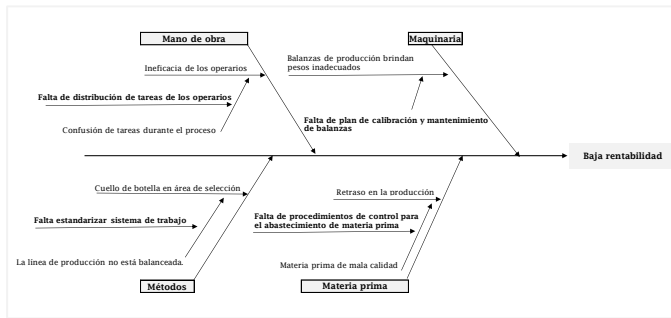
El tipo de investigación es propositiva, según Gallego y Gonzales (2017) este tipo de investigación utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas fundamentales; encontrar respuestas a preguntas científicamente preparadas; estudiar la relación entre factores y acontecimientos o a generar conocimientos científicos.

A. Diagnóstico situacional del área de objeto de estudio.

Agroexportaciones Nathanael SAC, es una de las agroexportadoras de espárrago verde fresco de La Libertad. Esta cuenta con personal con experiencia en el proceso productivo, sin embargo, actualmente presenta problemas en su línea de producción, los cuales ocasionan una baja rentabilidad en la empresa.

Las causas del problema se encontraron y ordenaron mediante un diagrama causa – efecto, también conocido como diagrama de Ishikawa, el cual se presenta en la Figura 1.

Figura 1
Diagrama de Ishikawa sobre la baja rentabilidad en la empresa Agroexportaciones Nathanael SAC



Luego de identificar las principales causas raíces de la baja rentabilidad en la empresa, estas se ordenan en una matriz y se identifican como variable o atributo, así mismo se especifica la ruta de monetización que sirve para determinar las pérdidas monetarias que sufre la empresa por cada causa raíz. A continuación, en la Tabla 5 se presenta dicha matriz.

Tabla 5
Matriz de monetización de causas raíces

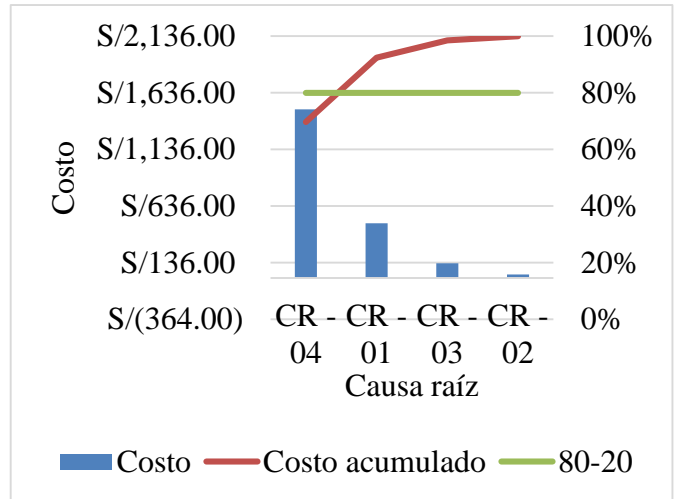
CAUSA - RAÍZ	DESCRIPCIÓN	MONETIZACIÓN	INDICADORES
CR - 1	Falta de plan de calibración y mantenimiento de balanzas.	Registrar errores en el pesaje de materia prima y producto terminado en exceso y multiplicar por un factor de pérdida.	Variable
CR - 2	Falta de distribución de tareas de los operarios.	Registrar el número de veces de discusión entre operarios. Tiempo de paradas de trabajo por deficiencias operativas y multiplicar por costo por hora de improductividad.	Variable
CR - 3	Falta estandarizar sistema de trabajo.	Registrar sobretiempos en etapas sin indicador. Sobretiempos por un factor de pérdida.	Variable
CR - 4	Falta de procedimientos de control para el abastecimiento de materia prima.	Registrar el número de producto terminado en mal estado. Pérdida por productos en mal estado y devoluciones.	Atributo

Seguidamente, se hizo uso del diagrama de Pareto con la finalidad de visualizar de forma clara cuál es la causa principal de la problemática y clasificarlas gráficamente de mayor a menor relevancia, en donde se pudo observar que la falta de procedimientos de control para el abastecimiento de materia prima es una de las causas en las que se debe priorizar los esfuerzos en cuanto a mejora de calidad. A continuación, en la tabla 6 y Figura 2 se presenta a detalle la priorización de causas.

Tabla 6
Costo acumulado de causa raíz

Causa raíz	Costo	Costo acumulado	% Costo acumulado	80 - 20	% N° de causas acumuladas
1 CR - 04	S/ 1,489.80	S/ 1,489.80	70%	80%	25%
2 CR - 01	S/ 484.07	S/ 1,973.87	92%	80%	50%
3 CR - 03	S/ 131.14	S/ 2,105.01	99%	80%	75%
4 CR - 02	S/ 31.30	S/ 2,136.31	100%	80%	100%
Total	S/ 2,136.31				

Figura 2
Diagrama de Pareto de causa - raíz

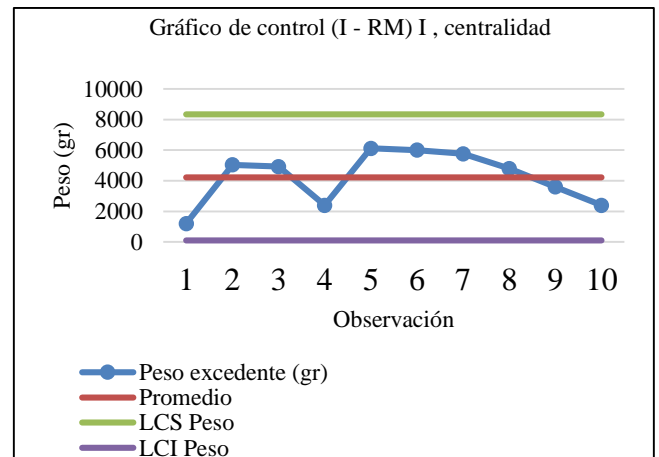


B. Gráficas de control y estadística descriptiva

CR - 01: Falta de plan de calibración y mantenimiento de balanzas

La falta de plan de calibración y mantenimiento de balanzas, ocasiona que las balanzas de producción brinden pesos inadecuados respecto a la balanza de muestreo, existiendo un excedente por cada caja de espárrago fresco, definiendo los límites de control superior e inferior se pudo observar que el proceso se encuentra bajo control estadístico, tal y como se observa en la Figura 3.

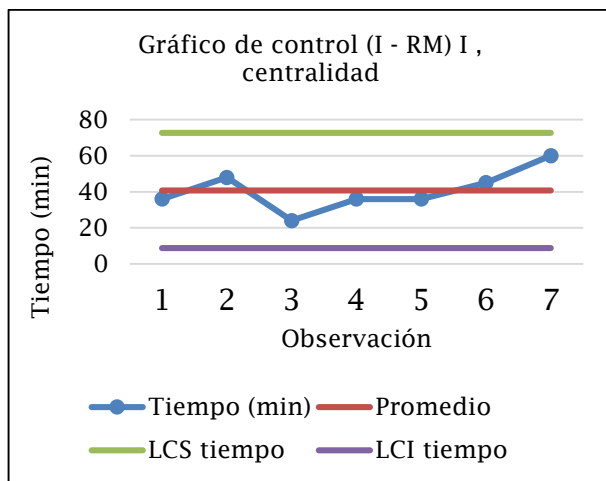
Figura 3
Gráfico de control de peso excedente en cajas de espárrago fresco



CR – 02: Falta de distribución de tareas de los operarios

La falta de distribución de tareas de los operarios ocasiona la discusión entre ellos y esto genera un intervalo de tiempo perdido entre los procesos, asimismo se generan pérdidas económicas. definiendo los límites de control superior e inferior, se pudo observar que el proceso se encuentra bajo control estadístico, como se observa en la Figura 4.

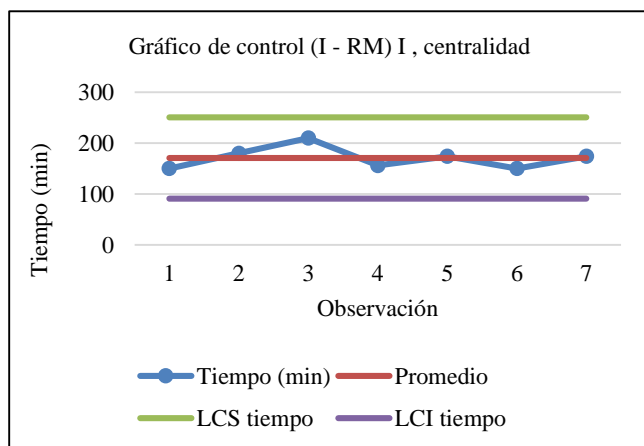
Figura 4
Gráfico de control del tiempo perdido en los procesos.



CR – 03: Falta estandarizar sistema de trabajo

Al no estandarizar el sistema de trabajo los operarios exceden el tiempo límite que se da por proceso, ya que ellos utilizan métodos empíricos y esto retrasa el tiempo objetivo del proceso, se infiere que el proceso se encuentra bajo control estadístico, tal y como se observa en la Figura 5.

Figura 5
Gráfico de control del tiempo excedente en los procesos

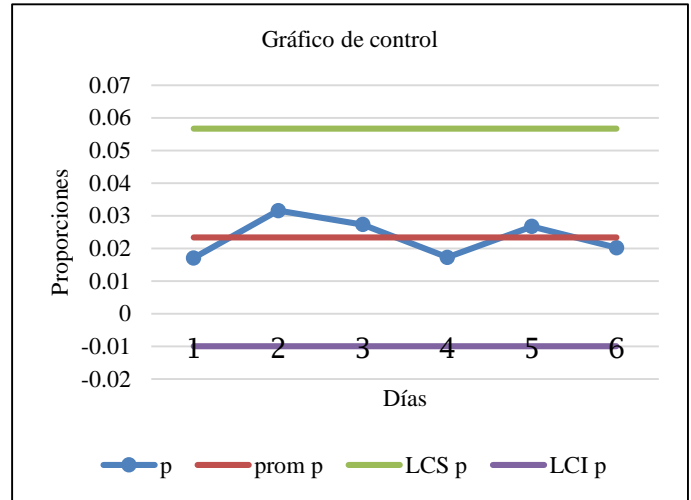


CR – 04: Falta de procedimientos de control para el abastecimiento de materia prima.

La falta de procedimientos de control para el abastecimiento de materia prima, como el no verificar correctamente la recepción

del espárrago ocasiona que el producto al ser vendido a su vez sea devuelto, ya sea por imperfecciones del producto o por un producto en mal estado y esto genera pérdidas económicas, definiendo los límites de control superior e inferior, se pudo observar que el proceso se encuentra bajo control estadístico, tal y como se observa en la Figura 6.

Figura 6
Gráfico de control de las cajas de espárragos devueltas



C. PROPUESTA DE MEJORA

Casa de calidad (QFD)

La casa de calidad (QDF Quality Function Deployment) consiste en asegurar la calidad de los procesos para evitar fallos y así satisfacer las necesidades del cliente.

A continuación, en la figura 7, se presente la casa de calidad para la causa – raíz 1 en donde el valor relativo es 1.4

Figura 7

Casa de calidad para la causa – raíz 1

Requisitos técnicos	Requisitos del cliente					Evaluación del cliente		
	Personal asesorado para el área	Revisión técnica de maquinaria semanalmente	Mantenimiento de maquinaria	Plan de calibración	Reunión empresa	DAI/PEP	Completar Aportamiento Data	
Mantenimiento preventivo de la maquinaria	5			8	5	3	4	
Revisión de maquinaria antes trabajos repetitivos	5	7			4	3	2	
La maquinaria debe ejecutar el voltaje requerido	3		8	8	3	4	3	
Limpieza y calibración correcta de la maquinaria	4		7		3	3	3	
Importancia ponderada por req. cliente	Acum. 35	24	28	64				
Relat.	1.458333333	1	1.166666667	2.666666667				
Evaluación ponderada de los req. técnicos del producto	Acum. 35	31.2	33.2	83.2				
Relat.	1.121794872	1	1.25410256	2.666666667				

La siguiente casa de calidad se realizó para la causa – raíz 2 y 3 ya que se pudo relacionar los requerimientos de los clientes entre esas dos causas, por lo tanto, para la casa de calidad antes mencionada el valor relativo es 1.071429.

Figura 8

Casa de calidad para la causa raíz 2 y 3.

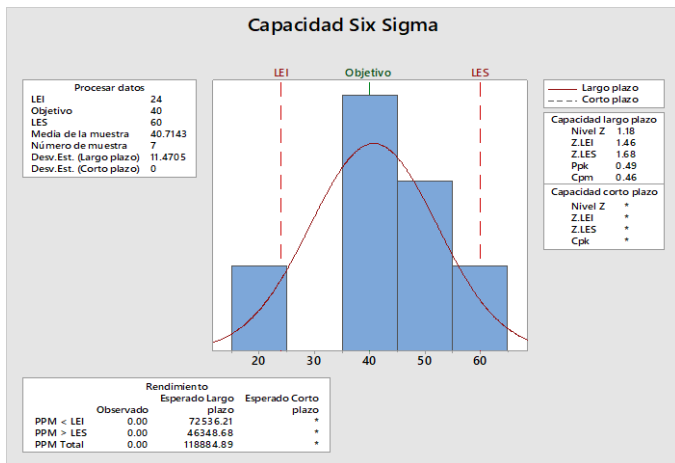
		4		2		3		4		3		4		3		4		3		4	
		5		4		3		4		3		4		3		4		3		4	
		6		5		4		5		4		5		4		5		4		5	
		7		6		5		6		5		6		5		6		5		6	
		8		7		6		7		6		7		6		7		6		7	
		9		8		7		8		7		8		7		8		7		8	
		10		9		8		9		8		9		8		9		8		9	
		11		10		9		10		9		10		9		10		9		10	
		12		11		10		11		10		11		10		11		10		11	
		13		12		11		12		11		12		11		12		11		12	
		14		13		12		13		12		13		12		13		12		13	
		15		14		13		14		13		14		13		14		13		14	
		16		15		14		15		14		15		14		15		14		15	
		17		16		15		16		15		16		15		16		15		16	
		18		17		16		17		16		17		16		17		16		17	
		19		18		17		18		17		18		17		18		17		18	
		20		19		18		19		18		19		18		19		18		19	
		21		20		19		20		19		20		19		20		19		20	
		22		21		20		21		20		21		20		21		20		21	
		23		22		21		22		21		22		21		22		21		22	
		24		23		22		23		22		23		22		23		22		23	
		25		24		23		24		23		24		23		24		23		24	
		26		25		24		25		24		25		24		25		24		25	
		27		26		25		26		25		26		25		26		25		26	
		28		27		26		27		26		27		26		27		26		27	
		29		28		27		28		27		28		27		28		27		28	
		30		29		28		29		28		29		28		29		28		29	
		31		30		29		30		29		30		29		30		29		30	
		32		31		30		31		30		31		30		31		30		31	
		33		32		31		32		31		32		31		32		31		32	
		34		33		32		33		32		33		32		33		32		33	
		35		34		33		34		33		34		33		34		33		34	
		36		35		34		35		34		35		34		35		34		35	
		37		36		35		36		35		36		35		36		35		36	
		38		37		36		37		36		37		36		37		36		37	
		39		38		37		38		37		38		37		38		37		38	
		40		39		38		39		38		39		38		39		38		39	
		41		40		39		40		39		40		39		40		39		40	
		42		41		40		41		40		41		40		41		40		41	
		43		42		41		42		41		42		41		42		41		42	
		44		43		42		43		42		43		42		43		42		43	
		45		44		43		44		43		44		43		44		43		44	
		46		45		44		45		44		45		44		45		44		45	
		47		46		45		46		45		46		45		46		45		46	
		48		47		46		47		46		47		46		47		46		47	
		49		48		47		48		47		48		47		48		47		48	
		50		49		48		49		48		49		48		49		48		49	
		51		50		49		50		49		50		49		50		49		50	
		52		51		50		51		50		51		50		51		50		51	
		53		52		51		52		51		52		51		52		51		52	
		54		53		52		53		52		53		52		53		52		53	
		55		54		53		54		53		54		53		54		53		54	
		56		55		54		55		54		55		54		55		54		55	
		57		56		55		56		55		56		55		56		55		56	
		58		57		56		57		56		57		56		57		56		57	
		59		58		57		58		57		58		57		58		57		58	
		60		59		58		59		58		59		58		59		58		59	
		61		60		59		60		59		60		59		60		59		60	
		62		61		60		61		60		61		60		61		60		61	
		63		62		61		62		61		62		61		62		61		62	
		64		63		62		63		62		63		62		63		62		63	
		65		64		63		64		63		64		63		64		63		64	
		66		65		64		65		64		65		64		65		64		65	
		67		66		65		66		65		66		65		66		65		66	
		68		67		66		67		66		67		66		67		66		67	
		69		68		67		68		67		68		67		68		67		68	
		70		69		68		69		68		69		68		69		68		69	
		71		70		69		70		69		70		69		70		69		70	
		72		71		70		71		70		71		70		71		70		71	
		73		72		71		72		71		72		71		72		71		72	
		74		73		72		73		72		73		72		73		72		73	
		75		74		73		74		73		74		73		74		73		74	
		76		75		74		75		74		75		74		75		74		75	
		77		76		75		76		75		76		75		76		75		76	
		78		77		76		77		76		77		76		77		76		77	
		79		78		77		78		77		78		77		78		77		78	
		80		79		78		79		78		79		78		79		78		79	
		81		80		79		80		79		80		79		80		79		80	
		82		81		80		81		80		81		80		81		80		81	
		83		82		81		82		81		82		81		82		81		82	
		84		83		82		83		82		83		82		83		82		83	
		85		84		83		84		83		84		83		84		83		84	
		86		85		84		85		84		85		84		85		84		85	
		87		86		85		86		85		86		85		86		85		86	
		88		87		86		87		86		87		86		87		86		87	
		89		88		87		88		87		88		87		88		87		88	
		90		89		88		89		88		89		88		89		88		89	
		91		90		89		90		89		90		89		90		89		90	
		92		91		90		91		90		91		90		91		90		91	
		93		92		91		92		91		92		91		92		91		92	
		94		93		92		93		92		93		92		93		92		93	
		95		94		93		94		93		94		93		94		93		94	
		96		95		94		95		94		95		94		95		94		95	
		97		96		95		96		95		96		95		96		95		96	
		98		97		96		97		96		97		96		97		96		97	
		99		98		97		98		97		98		97		98		97		98	
		100		99		98		99		98		99		98		99		98		99	
		101		100		99		100		99		100		99		100		99		100	
		102		101		100		101		100		1									

(Analizar)	Diagrama de Pareto
	Diagrama de causa - raíz
I (Optimizar)	Aumentar el número de mantenimiento anual
	Contratar ingenieros capacitados para realizar el mantenimiento Implementar plan de calibración y mantenimiento quincenal
C (Controlar)	Realizar correcta calibración y mantenimiento a las balanzas
	Documentar los incidentes presentados
	Revisión seguida a los equipos de medición

CR – 02: Falta de distribución de tareas de los operarios

Con la falta de distribución de tareas de los operarios se observa la pérdida con el tiempo de paradas de trabajo, el cual tiene como objetivo 40 minutos semanales, con un nivel Z de 1.18, indicando así que se tiene cierto nivel de dificultad para cumplir con las especificaciones que requieren los clientes.

Figura 11
Capacidad Six Sigma de falta de distribución de tareas de los operarios



Luego, se realizó la metodología DMAIC en donde se pudo definir, medir, analizar, optimizar y controlar la causa raíz de la falta de distribución de tareas de los operarios y así plantear una mejora al proceso con retrasos inexistentes. A continuación en la Tabla 9 se presenta lo mencionado anteriormente.

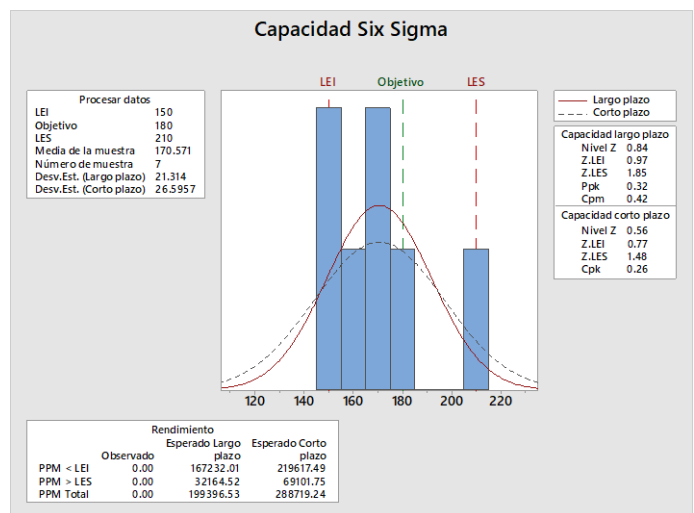
Tabla 9
Metodología DMAIC para falta de distribución de tareas de los operarios

DMAIC	PROCEDIMIENTO
D (Definir)	Discusión entre operarios
	Falta de interés de planificación
	Operarios no tienen claras sus tareas
M (Medir)	Definir las tareas/funciones a cada operario
	Identificar las discusiones por áreas
	Elaborar diagramas de control
	Realizar un VSM
A (Analizar)	Distinguir tareas y áreas con restricciones
	Analizar el problema mediante diagrama Ishikawa Diagrama de Pareto
I (Optimizar)	Gestionar las actividades durante el proceso
	Plan de capacitaciones para operarios Utilizar metodología para orden de área
C (Controlar)	Mantener las actividades estandarizadas para mejor rendimiento
	Documentación
	Realizar organigrama de áreas y sus procesos respectivos

CR – 03: Falta estandarizar sistema de trabajo

Con la falta de sistema de trabajo estandarizado se observa la pérdida con sobretiempos en el proceso, el cual tiene como objetivo 180 minutos semanales, con un nivel Z de 0.84, indicando así que se tiene cierto nivel de dificultad para cumplir con las especificaciones que requieren los clientes.

Figura 12
Capacidad Six Sigma de falta estandarizar sistema de trabajo



Luego, se realizó la metodología DMAIC en donde se pudo definir, medir, analizar, optimizar y controlar la causa raíz de la falta de sistema de trabajo estandarizado y así plantear una mejora al proceso con retrasos inexistentes. A continuación en la Tabla 10 se presenta lo mencionado anteriormente.

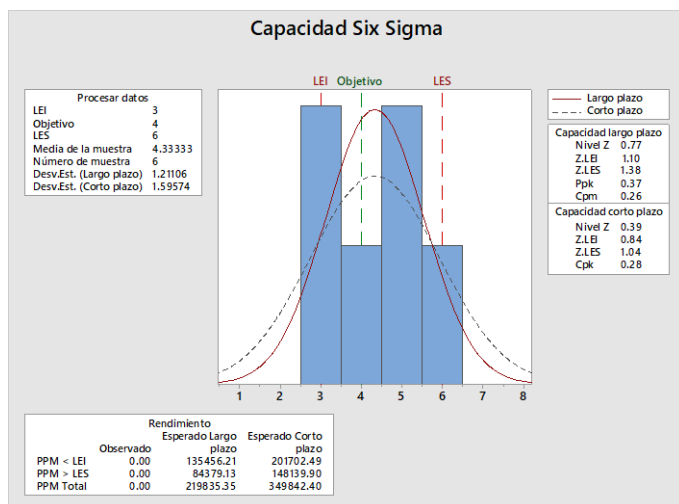
Tabla 10
Metodología DMAIC para falta estandarizar sistema de trabajo

DMAIC	PROCEDIMIENTO
D (Definir)	Operarios no verifican las especificaciones de calidad Productos en mal estado Devoluciones de producto
M (Medir)	Reconocer la cantidad de producto devuelto Validar el proceso Medir el rendimiento
A (Analizar)	Distinguir producto en mal estado y devuelto semanalmente Analizar el problema mediante diagrama Ishikawa Diagrama de Pareto
I (Optimizar)	Gestionar las especificaciones de calidad Plan de capacitaciones para operarios Enfatizar los procedimientos de control de calidad
C (Controlar)	Mantener supervisión constante Realizar documentación

CR – 04: Falta de procedimientos de control para el abastecimiento de materia prima

Con la falta de procedimientos de control para el abastecimiento de materia prima se observa la pérdida con cajas devueltas, el cual tiene como objetivo 4 cajas devueltas semanal, con un nivel Z de 0.77, indicando así que se tiene cierto nivel de dificultad para cumplir con las especificaciones que requieren los clientes.

Figura 13
Capacidad Six Sigma de falta de procedimientos de control para el abastecimiento de materia prima



Luego, se realizó la metodología DMAIC en donde se pudo definir, medir, analizar, optimizar y controlar la causa raíz de la

de procedimientos de control para el abastecimiento de materia prima y así plantear una mejora al proceso con retrasos inexistentes. A continuación, en la Tabla 11 se presenta lo mencionado anteriormente.

Tabla 11
Metodología DMAIC para falta de procedimientos de control para el abastecimiento de materia prima

DMAIC	PROCEDIMIENTO
D (Definir)	Etapas sin indicadores Se presentan sobretiempos Operarios utilizan métodos empíricos
M (Medir)	Diseñar registros de producción Determinar y plasmar las especificaciones de calidad Identificar indicadores por etapas Implementar uso de hojas de observación
A (Analizar)	Histogramas de frecuencia Diagrama de Pareto Diagrama de causa - raíz
I (Optimizar)	Supervisar constantemente a los operarios Estandarizar sistema de trabajo Implementación de métodos adecuados de trabajo
C (Controlar)	Documentación en cada área Mantener la estandarización para un mejor desempeño

E. Evaluación económica

Para implementar las propuestas de mejoras de cada causa raíz se elaboró un presupuesto de inversión, considerando las herramientas, materiales y el recurso humano para que todo se lleve a cabo adecuadamente. Este análisis se realizó para las herramientas en general, considerando la inversión de manera anual, el cual resulta en un valor de 8,344 nuevos soles. A continuación, se detalla lo mencionado anteriormente.

Tabla 12
Inversión de las herramientas de mejora (QFD, AMFE, SIX SIGMA)

Descripción	Nº	Costo mensual	Costo unitario	Costo anual
Ingeniero mecánico	1	S/ 3,000.00		S/ 3,000.00
Ingeniero Industrial	1	S/ 3,000.00		S/ 3,000.00
Escritorio	1		S/ 200.00	S/ 200.00
Laptop	1		S/ 1,950.00	S/ 1,950.00
Sillas de oficina	1		S/ 119.00	S/ 119.00
Hojas de obs.	1		S/ 75.00	S/ 75.00
Total				S/ 8,344.00

Luego del desarrollo de las herramientas de mejora propuestas en el presente trabajo, se determinó la rentabilidad de las propuestas de mejora, la cual se realiza la evaluación a través de indicadores económicos como el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI), los cuales se detallan en la Tabla 13.

Tabla 13
Análisis económico de propuesta de mejora

VAN	S/. 24,236.2
TIR	62.31%
PRI	2.9 años

III. RESULTADOS

Con la finalidad de evaluar la mejora se presenta el beneficio económico de las propuestas de mejora, considerando que la pérdida económica se presentó y trabajó en semanas, esta se mantuvo así para poder presentar de manera ordenada los datos monetarios. A continuación, en la Tabla 14 se detalla lo mencionado anteriormente.

Tabla 14
Beneficios económicos de la propuesta de mejora

CR		Pérdida actual (S./sem)	Pérdida mejorada (S./sem)	Beneficio (S./)	% de reducción
CR - 01	Falta de plan de calibración y mantenimiento de balanzas	S/484.070	S/100.12	S/383.95	79.32%
CR - 02	Falta de distribución de tareas de los operarios	S/31.3025	S/5.01	S/26.292	83.99%
CR - 03	Falta estandarizar sistema de trabajo	S/131.141	S/28.36	S/102.7	78.38%
CR - 04	Falta de procedimientos de control para el abastecimiento de materia prima	S/1,489.8	S/121.50	S/1,368.3	91.84%

IV. DISCUSIONES

Al realizar el diagnóstico de la situación actual de la empresa Agroexportaciones Nathanael S.A.C, se logró determinar que existe una baja rentabilidad, debido a la falta de calibración y mantenimiento de las balanzas, falta de sistema de trabajo estandarizado, falta de distribución de tareas de los operarios y falta de procedimientos de control para el abastecimiento de materia prima, esto se confirma con lo dicho por Vargas (2016), quién determinó que la causa más común de la baja rentabilidad, es la mala utilización de los recursos, viéndose reflejado: en los procesos, paradas por tiempos improductivos, etc. Las mencionadas causas son muy usuales en el sector productivo como se muestra en las investigaciones de Tapia (2016), Heredia (2016), Guerrero (2018) y Aguirre (2018); quienes determinaron como causas comunes principales: la falta de orden y limpieza, los deficientes método de trabajo, la fatiga de operarios y las fallas en maquinaria. Para poder realizar este análisis se empleó la técnica de lluvia de ideas, complementándose con el diagrama Ishikawa, con la finalidad de identificar las diversas causas, luego se hizo imprescindible aplicar el diagrama Pareto para establecer las principales causas; sin embargo el estudio de Tapia (2016), no tuvo en cuenta realizar una lluvia de ideas ya que solo aplicó el diagrama Ishikawa, por lo cual en juicio propio se considera que esta herramienta de análisis no puede ser usada en forma independiente de la lluvia de ideas.

Por otro lado, en cuanto a las propuestas de mejora planteadas se encuentra la capacitación a los operarios, en este contexto Mendoza (2018) y Heredia (2016) plantearon un plan de capacitación para su personal y pausas activas, con el propósito de impartir charlas de motivación, productividad y calidad, los cuales comprobaron que ayudó a adquirir y reforzar nuevos conocimientos en sus trabajadores, destacando la necesidad de contar con un personal capacitado y motivado en los procesos.

Así mismo, con las herramientas de calidad aplicadas: QFD, AMFE y Six Sigma se disminuyó los sobretiempos en los procesos, al igual que Romero (2011) en su propuesta, señala que se logra reducir los tiempos de fabricación de 870 a 611 minutos, lo que supone una disminución del 30%, utilizando herramientas de calidad como QFD.

Cabe aclarar que, algunas de las limitaciones del estudio fue la toma de datos y el tiempo, ya que la empresa está ubicada en el valle Chicama y por ende tuvimos que viajar por una semana para lograr obtener la mayor cantidad de datos para el presente estudio.

Finalmente, esta investigación servirá como base para futuros estudios relacionados con la mejora continua y el uso de herramientas de calidad.

V. CONCLUSIONES

Se realizó el diagnóstico de la situación actual de la empresa, en donde se encontró que las causa raíz que desencadenan la baja rentabilidad es la falta de calibración y mantenimiento de las balanzas, falta de sistema de trabajo estandarizado, falta de distribución de tareas de los operarios y falta de procedimientos de control para el abastecimiento de materia prima, los cuales ocasionan una pérdida monetaria semanal de S/. 2,136.3139.

Se aplicaron herramientas de mejora como despliegue de la función de la calidad (QFD), matriz de análisis de modos de fallo y sus efectos (AMFE) y Six Sigma, lo que permitió lograr una disminución de costos y por ende un incremento en la rentabilidad de Nathanael SAC.

Se concluye que la implementación de la propuesta de mejora en Nathanael requiere una inversión de S/. 8,344.00 y ocasionaría un costo perdido mejorada de 254.99 S/soles, representando un beneficio económico semanal S/.1,881.33.00.

La evaluación económica se determinó por medio de indicadores, obteniendo un VAN de 24,236.2, una TIR de 62.31% y un PRI de 3 años , con lo que se concluye que la propuesta de mejora planteada es viable y rentable para Agroexportaciones Nathanael SAC.

REFERENCES

- [1] Acosta, C. (2009). Estudio de la situación actual en el área de proceso y propuesta de mejoramiento de la sección empaque de mangos de exportación de la Empacadora Dining SA (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.).
- [2] Asalde, P. (2017). Mejora del proceso productivo para incrementar la producción en la panadería y pastelería Ricopan SRL. (Tesis de Grado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.
- [3] Behar, R. & Grima, P. (2013). El histograma como un instrumento para la comprensión de las funciones de densidad de probabilidad. En Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria. "Probabilidad Condicionada" (págs. 229-235). Granada.
- [4] Dávalos, C. (2020). Propuesta de mejora en el proceso de producción de azúcar para incrementar la productividad en una empresa agroindustrial en el departamento de La Libertad (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte.
- [5] Fernández, S., Sánchez, J., Córdoba, A. & Largo, A. (2002). Estadística descriptiva. Esic Editorial.
- [6] Gallego, A. & Gonzales, R. (2017). Metodología de la investigación en ingeniería. Revista científica, (29), 115-115.
- [7] Gitman, L. (1997). Fundamentos de administración financiera. Editorial OUP Harla México, S.A. México. 1077 pp.
- [8] Griful, E. (2005). Gestión de la calidad (Vol. 85). Univ. polítèc. de catalunya.
- [9] Idrogo, E. & Nomura, A. (2018). Propuesta de mejora en las áreas de calidad y producción para reducir los costos de la empresa de refrigeración industrial Consorcio D&E SAC.
- [10] Juran, J. & Godfrey, A. (2001). Manual de calidad de Juran. Quinta edición. España. ISBN: 84-481-3006-5.
- [11] Kaizen, M. (1986). Mejora continua. Principios.
- [12] Mendoza, O. & Valdivieso, P. (2016). Propuesta de mejora en el proceso productivo para incrementar la rentabilidad de la empresa Molino Agroindustrial San José SRL. Trujillo, Perú.
- [13] Monteagudo, J. & Gaitan, R. (2005). Herramientas para la gestión energética empresarial. Scientia et Technica, 169-174.
- [14] Niebel, B. & Freivalds, A. (2009), Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo, México D. F., México.
- [15] Ocampo, J., & Pavón, A. (2012, July). Integrando la metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim. In Tenth LACCEI Latin American and caribbean conference for engineering and technology.
- [16] Romero, R. (2011). Propuesta para el mejoramiento de la línea de producción de conservas de corazones de palmito en una empresa agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- [17] Ruiz, G. (2018). Propuesta de mejora de métodos de trabajo en el proceso de producción de espárrago verde fresco para incrementar la productividad de la asociación agrícola compositan alto. Trujillo, Perú.
- [18] Sarmiento, L., Ramírez, M. & Correa, C. (2004). Aplicación de una Metodología de Mejora de Procesos basada en el Enfoque de Gestión por Procesos, en los Modelos de Excelencia y el QFD en una empresa del sector de confecciones de Barranquilla (Colombia). Revista científica ingeniería y desarrollo, (16), 45-58.
- [19] Villa, J. (2021). Propuesta de mejora en el proceso de clasificación de espárrago para incrementar la rentabilidad de una empresa agroindustrial en la región la libertad. Trujillo, Perú.
- [20] Wilsoft. (2018). Sistemas de gestión de calidad: Gestión de procesos.