

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



## FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

### MAESTRÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL BASADO EN MÉTODOS CUANTITATIVOS

---

**Tema:** MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO, A TRAVÉS DE LA INTEGRACIÓN DEL SEIS SIGMA INTEGRAL MULTIVARIADO CON EL BALANCED SCORECARD, EN LA INDUSTRIA AVÍCOLA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

---

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Grado Académico de Magister en  
Gestión Empresarial Basado en Métodos Cuantitativos

**Autor:** Ing. Juan Carlos Muyulema Allaica

**Director:** Dr. Jaime Fabián Díaz Córdova, PhD.

Ambato – Ecuador

2017

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Administrativas.

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por Ingeniero Ramiro Patricio Carvajal Larenas Dr., e integrado por los señores Ingeniero Hernán Mauricio Quisimalín Santamaría PhD, Ingeniera Diana Cristina Morales Urrutia PhD, Licenciada Pilar Lorena Rivera Badillo PhD, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Informe Investigación con el tema: “MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO, A TRAVÉS DE LA INTEGRACIÓN DEL SEIS SIGMA INTEGRAL MULTIVARIADO CON EL BALANCED SCORECARD, EN LA INDUSTRIA AVÍCOLA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, elaborado y presentado por el Ingeniero Juan Carlos Muyulema Allaica, para optar por el Grado Académico de Magister en Gestión Empresarial Basado en Métodos Cuantitativos; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



---

Ing. Ramiro Patricio Carvajal Larenas, Dr.  
**Presidente y Miembro del Tribunal**



---

Ing. Hernán Mauricio Quisimalín Santamaría PhD.  
**Miembro del Tribunal**



---

Ing. Diana Cristina Morales Urrutia PhD.  
**Miembro del Tribunal**



---

Lcda. Pilar Lorena Rivera Badillo PhD.  
**Miembro del Tribunal**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de titulación con el tema: “MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO, A TRAVÉS DE LA INTEGRACIÓN DEL SEIS SIGMA INTEGRAL MULTIVARIADO CON EL BALANCED SCORECARD, EN LA INDUSTRIA AVÍCOLA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniero Juan Carlos Muyulema Allaica, Autor bajo la Dirección del Doctor Jaime Fabián Díaz Córdova PhD, Director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



---

Ing. Juan Carlos Muyulema Allaica

C.C.: 0603932450

**AUTOR**



---

Dr. Jaime Fabián Díaz Córdova, PhD

C.C.: 1802971810

**DIRECTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.



---

Ing. Juan Carlos Muyulema Allaica  
C.C.: 0603932450

# ÍNDICE GENERAL

Portada.....	i
A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Administrativas.....	ii
Autoría de la investigación.....	iii
Derechos de autor.....	iv
Índice general.....	v
Índice de tablas.....	ix
Índice de gráficos.....	xiii
Índice de anexos.....	xvi
Dedicatoria.....	xvii
Agradecimiento.....	xviii
Resumen.....	xix
Abstract.....	xx
Introducción.....	1
CAPÍTULO I:.....	3
1. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN ....	3
1.1 Descripción y formulación del problema.....	3
1.2 Justificación.....	5
1.3 Objetivos.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO II:.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Antecedentes Investigativos.....	8
2.2 Fundamentación científico técnica.....	11
2.2.1 Modelo de medición del desempeño global corporativo.....	11
2.2.2 Seis Sigma ( $6\sigma$ ).....	17
2.2.3 Control estadístico de procesos multivariantes.....	23
2.2.4 Balanced Scorecard.....	29
2.2.5 Industria avícola.....	35
2.3 Hipótesis.....	37
2.4 Señalamiento de variables.....	37
2.4.1 Variable Independiente.....	37

2.4.2	Variable Dependiente .....	38
2.4.3	Término de Relación .....	38
CAPÍTULO III:.....		39
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	39
3.1	Enfoque.....	39
3.2	Tipos de investigación .....	40
3.3	Población y muestra.....	41
3.3.1	Población.....	41
3.3.2	Muestra.....	41
3.4	Operacionalización de Variables .....	41
3.5	Recolección de Información .....	43
3.5.1	Plan para la recolección de información .....	43
3.6	Procesamiento y Análisis de la Información .....	44
3.6.1	Plan de procesamiento de información .....	44
3.6.2	Plan de análisis e interpretación de resultados .....	45
CAPÍTULO IV .....		46
4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	46
4.1	Análisis de los resultados .....	46
4.2	Comprobación de hipótesis .....	50
4.2.1	Planteamiento de la hipótesis .....	50
4.2.2	Regla de decisión .....	51
4.2.3	Solución del diseño experimental .....	51
CAPÍTULO V .....		54
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
5.1	Conclusiones.....	54
5.2	Recomendaciones .....	56
CAPÍTULO V .....		58
6.	PROPUESTA .....	58
6.1	Tema .....	58
6.1.1	Planteamiento del problema .....	58
6.1.2	Objetivos .....	59
6.1.2.1	Objetivo general .....	59
6.1.2.2	Objetivos específicos .....	59
6.2	Metodología.....	59

6.3	Modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo, a través de la Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard	60
6.3.1	Introducción	64
6.3.1.1	Aspectos generales de la empresa	65
6.3.2	Objeto y alcance del Modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo	70
6.3.2.1	Objeto	70
6.3.2.2	Alcance	70
6.3.3	Capítulo I. Fase de Definición	71
6.3.3.1	Introducción	71
6.3.3.2	Etapas de la fase de definición	72
6.3.3.3	Mapa del proceso	74
6.3.3.4	Despliegue de la función de calidad QFD	76
6.3.3.5	Diagrama Matricial	80
6.3.3.6	Benchmarking	82
6.3.3.7	Costos de Calidad	84
6.3.3.8	Entregables de la fase de definición	87
6.3.4	Capítulo 2. Fase de Medición	89
6.3.4.1	Introducción	89
6.3.4.2	Etapas de la fase de medición	90
6.3.4.3	Diagrama de procesos	96
6.3.4.4	Lluvia de ideas	101
6.3.4.5	Diagrama de Pareto	101
6.3.4.6	Diagrama de Causa Efecto (Ishikawa)	103
6.3.4.7	Diagrama de Árbol	105
6.3.4.8	Diagrama de Afinidad	110
6.3.4.9	Diagrama de Relaciones	111
6.3.4.10	Métodos de Muestreo Estadístico	112
6.3.4.11	Estudios de Capacidad de sistemas de medición MSA (R&R)	115
6.3.4.12	La Distribución Normal	123
6.3.4.13	Capacidad de procesos normales	127
	CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL PROCESO	133
6.3.4.14	Entregables de la fase de medición	134
6.3.5	Capítulo 3. Fase de Análisis	135

6.3.5.1	Introducción.....	135
6.3.5.2	Etapas de la fase de Análisis.....	136
6.3.5.3	Cartas Multi Vari.....	137
6.3.5.4	Correlación.....	141
6.3.5.5	Análisis de Regresión.....	143
6.3.5.6	Prueba de Hipótesis.....	148
6.3.5.7	Análisis de varianza de un criterio (ANOVA).....	154
6.3.5.8	Entregables de la fase de análisis.....	160
6.3.6	Capítulo 4. Fase de Mejora.....	162
6.3.6.1	Introducción.....	162
6.3.6.2	Etapas de la fase de Mejora.....	163
6.3.6.3	Diseño de Experimentos (DOE).....	164
6.3.6.4	Diseño factorial $2^k$ .....	166
6.3.6.5	Diseño Factorial $2^2$ .....	166
6.3.6.6	El Diseño Factorial Fraccional.....	176
6.3.6.7	El diseño Taguchi.....	176
6.3.6.8	Métodos de Superficies de Respuesta (RSM).....	184
6.3.6.9	Entregables de la fase de mejora.....	187
6.3.7	Capítulo 5: Fase de Control.....	188
6.3.7.1	Introducción.....	188
6.3.7.2	Etapas de la fase de control.....	189
6.3.7.3	Cartas de Control.....	194
6.3.7.4	Las 5 S.....	212
6.3.7.5	El Kanban.....	223
6.3.7.6	Entregables de la fase de control.....	227
6.3.8	Capítulo 6: Establecimiento de indicadores basados en Balanced Scorecard.....	228
6.3.8.1	Introducción.....	228
6.3.8.1	Indicadores Estratégicos por Objetivos.....	230
6.3.8.2	Diseño de indicadores para la industria avícola.....	231
6.3.9	Conclusiones y recomendaciones.....	252
	BIBLIOGRAFÍA.....	255
	ANEXOS.....	261

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Enfoques de la medición del desempeño.....	13
Tabla N° 2. Métodos de evaluación del desempeño .....	14
Tabla N° 3. Metodología de DMAMC .....	20
Tabla N° 4. Herramientas estadísticas que Seis Sigma utiliza para el análisis .....	21
Tabla N° 5. Pasos requeridos para desarrollar y utilizar las gráficas de control.....	26
Tabla N° 6. Cartas de control por variables .....	27
Tabla N° 7. Cartas de control por atributos.....	27
Tabla N° 8. Métodos estadísticos multivariantes.....	29
Tabla N° 9. Población .....	41
Tabla N° 10. Matriz de operacionalización de variables .....	42
Tabla N° 11. Plan para la recolección de información.....	43
Tabla N° 12. Cumplimiento de la documentación básica de la norma ISO 9001:2015..	47
Tabla N° 13. Matriz general de contingencias .....	48
Tabla N° 14. Modelo de diseño experimental con un solo factor.....	51
Tabla N° 15. Matriz general de contingencias para la suma de cuadrados.....	52
Tabla N° 16. Determinación de Fo calculado .....	53
Tabla N° 17. Formulación de la política empresarial de seguridad y salud ocupacional	68
Tabla N° 18. Etapas de la fase de definición .....	72
Tabla N° 19. Abreviaturas utilizadas en la etapa de control .....	73
Tabla N° 20. Pasos para la construcción de un QFD .....	77
Tabla N° 21. Diagrama matricial en L.....	81
Tabla N° 22. Plan de Acción Benchmarking (BMK) .....	83
Tabla N° 23. Ventajas al utilizar el benchmarking .....	84
Tabla N° 24. Clasificación de los costos de calidad .....	85
Tabla N° 25. Ventajas del sistema de costos de calidad .....	87
Tabla N° 26. Entregables de la fase .....	87
Tabla N° 27. Variables dependiente, independiente y de ruido.....	91
Tabla N° 28. Herramientas Estadísticas.....	91
Tabla N° 29. Diagrama 5W-1H .....	92
Tabla N° 30. Ventajas del diagrama 5W-1H .....	92
Tabla N° 31. Ventajas de los diagramas de flujo .....	97
Tabla N° 32. Pasos para la elaboración de un diagrama de flujo.....	98

Tabla N° 33. Diagrama de flujo del proceso para la recepción de MP e Insumos.....	100
Tabla N° 34. Pasos para utilizar la técnica de lluvia de ideas.....	101
Tabla N° 35. Ventajas del diagrama del diagrama de Pareto.....	102
Tabla N° 36. Pasos para realizar un diagrama de Causa Efecto .....	103
Tabla N° 37. Ventajas del diagrama de Causa Efecto (Ishikawa) .....	103
Tabla N° 38. Ventajas del diagrama de Árbol .....	109
Tabla N° 39. Diagrama de Afinidad .....	110
Tabla N° 40. Pasos para la aplicación del Diagrama de Relaciones.....	111
Tabla N° 41. Ventajas del diagrama de relaciones .....	112
Tabla N° 42. Tipos de muestreos .....	113
Tabla N° 43. Propiedades de la distribución normal.....	123
Tabla N° 44. Objetivos de determinar la capacidad del proceso .....	127
Tabla N° 45. Condiciones para realizar un estudio de capacidad del proceso.....	128
Tabla N° 46. Cálculo de capacidad del proceso a partir de histogramas .....	130
Tabla N° 47. Entregables de la fase .....	134
Tabla N° 48. Patrón principal de variación.....	138
Tabla N° 49. Supuestos para el modelo de regresión lineal.....	144
Tabla N° 50. Pasos de la prueba de hipótesis.....	148
Tabla N° 51. Resumen de estadísticos de prueba para Pruebas de hipótesis.....	150
Tabla N° 52. Tipos de ANOVAS:.....	154
Tabla N° 53. Entregables de la fase de análisis .....	160
Tabla N° 54. Propósitos del diseño de experimentos.....	164
Tabla N° 55. Tipos de experimentos.....	165
Tabla N° 56. Efectos factoriales.....	167
Tabla N° 57. Ventajas y desventajas del diseño Factorial Fraccional .....	176
Tabla N° 58. Arreglos de Taguchi para experimentos con factores a dos niveles.....	178
Tabla N° 59. Entregables de la fase de mejora .....	187
Tabla N° 60. Control de Proceso y Capacidad del Proceso .....	190
Tabla N° 61. Intención y propósito de los planes de control del proceso.....	192
Tabla N° 62. Consideraciones para el desarrollo de un plan de control del proceso....	192
Tabla N° 63. Ejemplo de un plan de Control.....	193
Tabla N° 64. Cartas de control por variables y por atributos.....	194
Tabla N° 65. Campos de aplicación de las Cartas de control .....	195
Tabla N° 66. Las 5S .....	213

Tabla N° 67. Planificación de acciones "5S" .....	213
Tabla N° 68. Formato de criterios para clasificar necesarios e innecesarios .....	214
Tabla N° 69. Formato propuesto para la clasificación de elementos en el área de producción. ....	215
Tabla N° 70. Formato propuesto de tarjeta roja.....	216
Tabla N° 71. Propuesta de planificación de acciones (1S). ....	217
Tabla N° 72. Propuesta de planificación de acciones (2S). ....	218
Tabla N° 73. Propuesta de planificación de acciones (3S). ....	219
Tabla N° 74. Propuesta de planificación de acciones (4S). ....	220
Tabla N° 75. Propuesta de planificación de acciones (5S). ....	221
Tabla N° 76. Resumen de la matrices de evaluación del sistema de orden y limpieza (5s) .....	222
Tabla N° 77. Reglas de Kanban .....	225
Tabla N° 78. Formato propuesto para una tarjeta Kanban.....	225
Tabla N° 79. Entregables de la fase de mejora .....	227
Tabla N° 80. Método de las cuatro fases de Balanced Scorecard.....	229
Tabla N° 81. Indicadores Estratégicos por Objetivos .....	230
Tabla N° 82. Índice Recuperación del capital invertido (Financiera).....	231
Tabla N° 83. Índice Nivel de autonomía financiera (Financiera) .....	232
Tabla N° 84. Índice Rentabilidad de los fondos propios (Financiero).....	233
Tabla N° 85. Indicador Incorporación de cliente (Clientes) .....	234
Tabla N° 86. Índice Participación del Mercado (Clientes) .....	235
Tabla N° 87. Indicador Neto de Satisfacción Clientes (Clientes).....	236
Tabla N° 88. Indicador Eficiencia en ventas (Clientes).....	237
Tabla N° 89. Índice de cumplimiento en entregas de PT (Interna).....	238
Tabla N° 90. Índice Calidad del proceso logístico (Interna).....	239
Tabla N° 91. Índice Volumen de compra vs Venta (Interna) .....	240
Tabla N° 92. Índice Eficiencia del operario (Interna).....	241
Tabla N° 93. Índice Utilización Maquinaria (Interna) .....	242
Tabla N° 94. Índice de PT con fallas (Interna) .....	243
Tabla N° 95. Documentación sin problemas (Interna).....	244
Tabla N° 96. Índice Nivel de cumplimiento de actividades en materia de S.O .....	245
Tabla N° 97. Índice Porcentaje de desperdicios (Interna).....	246
Tabla N° 98. Índice Nivel de cumplimiento de actividades programadas (Interna).....	247

Tabla N° 99. Índice Empleados reconocidos (Aprendizaje y Crecimiento) .....	248
Tabla N° 100. Índice Satisfacción del empleado (Aprendizaje y Crecimiento) .....	249
Tabla N° 101. Índice Fidelización del cliente (Aprendizaje y Crecimiento) .....	250
Tabla N° 102. Índice Horas de entrenamiento (Aprendizaje y Crecimiento) .....	251

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Evolución de los criterios para determinar el desempeño de la empresa .	12
Gráfico N° 2. Principios fundamentales Seis Sigma.....	18
Gráfico N° 3. Método Seis Sigma.....	19
Gráfico N° 4. Ciclo Deming.....	23
Gráfico N° 5. Proceso típico operativo de una organización .....	24
Gráfico N° 6. Límites de control.....	25
Gráfico N° 7. Balanced Scorecard como dirección estratégica enfocada a la creación de valor .....	31
Gráfico N° 8. Perspectivas del Balanced Scorecard .....	32
Gráfico N° 9. Elementos del Balanced Scorecard .....	32
Gráfico N° 10. Entorno del Balanced Scorecard .....	33
Gráfico N° 11. Mapa estratégico.....	35
Gráfico N° 12. Documentos obligatorios.....	48
Gráfico N° 13. Documentos obligatorios.....	48
Gráfico N° 14. Documentos obligatorios.....	49
Gráfico N° 15. Documentos obligatorios.....	50
Gráfico N° 16. Modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo SSIMB: 2017 .....	64
Gráfico N° 17. Herramientas en la Fase de Definir .....	71
Gráfico N° 18. Mapa de procesos básico .....	74
Gráfico N° 19. Mapa de procesos con enfoque ISO .....	74
Gráfico N° 20. Diagrama SIPOC para el proceso de empaquetado de aves.....	75
Gráfico N° 21. Despliegue de la función de calidad (QFD) .....	76
Gráfico N° 22. Etapas del benchmarking.....	82
Gráfico N° 23. Herramientas en la Fase de Medición .....	89
Gráfico N° 24. Histograma de Frecuencias.....	95
Gráfico N° 25. Diagrama de Caja .....	96
Gráfico N° 26. Simbología en los diagramas de flujo .....	97
Gráfico N° 27. Diagrama de flujo para crianza y engorde de pollos .....	99
Gráfico N° 28. Diagrama de Pareto .....	102
Gráfico N° 29. Diagrama de Causa Efecto o Ishikawa.....	104
Gráfico N° 30. Árbol de decisión .....	108

Gráfico N° 31. Beneficio de una alternativa de decisión .....	109
Gráfico N° 32. Diagrama de Afinidad .....	110
Gráfico N° 33. Diagrama de Relaciones .....	112
Gráfico N° 34. Fuentes de Variación del Proceso.....	116
Gráfico N° 35. Resultados del estudio de R&R (X-R) .....	120
Gráfico N° 36. Resultados del estudio de R&R (ANOVA).....	122
Gráfico N° 37. Distribución Normal .....	123
Gráfico N° 38. Variación de la distribución.....	124
Gráfico N° 39. Distribución Normal en niveles de sigma y % .....	125
Gráfico N° 40. Distribución Normal en niveles de Z.....	125
Gráfico N° 41. Densidad de probabilidad .....	126
Gráfico N° 42. Medidas bajo la curva de probabilidad fuera de especificaciones .....	128
Gráfico N° 43. Proceso inestable ó impredecible. ....	132
Gráfico N° 44. Proceso predecible.....	132
Gráfico N° 45. Carta de control X - R .....	133
Gráfico N° 46. Herramientas en la Fase de Análisis.....	135
Gráfico N° 47. Posibles Fuentes de variación del proceso. ....	137
Gráfico N° 48. Pre-experimentación a través de cartas Multi-Vari .....	139
Gráfico N° 49. Pre-experimentación a través de cartas Multi-Vari invertida.....	140
Gráfico N° 50. Tipos de Correlaciones: .....	142
Gráfico N° 51. Línea ajustada .....	145
Gráfico N° 52. Pruebas de hipótesis para una población .....	149
Gráfico N° 53. Prueba de normalidad .....	157
Gráfico N° 54. Prueba de normal de residuos.....	159
Gráfico N° 55. Intervalos de confianza.....	160
Gráfico N° 56. Herramientas en la Fase de Mejora .....	162
Gráfico N° 57. Diseño 2 <sup>2</sup> .....	166
Gráfico N° 58. Residuos para rendimiento .....	173
Gráfico N° 59. Diagrama de Pareto y efectos normales .....	174
Gráfico N° 60. Efectos principales e interacción .....	175
Gráfico N° 61. Contorno del rendimiento.....	175
Gráfico N° 62. Superficie de respuesta tridimensional, muestra el rendimiento esperado en función de la temperatura y tiempo .....	185
Gráfico N° 63. Contornos del rendimiento de la superficie de respuesta .....	185

Gráfico N° 64. Superficie de respuesta de primer orden y trayectoria de ascenso rápido .....	186
Gráfico N° 65. Herramientas en la Fase de Control.....	188
Gráfico N° 66. Metodología cíclica .....	189
Gráfico N° 67. Diferentes casos de control de proceso .....	190
Gráfico N° 68. Carta de control $\bar{X} - R$ .....	198
Gráfico N° 69. Patrones fuera de control .....	199
Gráfico N° 70. Gráfico $\bar{X} - S$ .....	201
Gráfico N° 71. Carta de control de lecturas Individuales I-MR .....	204
Gráfico N° 72. Carta de control P para fracción de unidades defectuosas .....	207
Gráfico N° 73. Carta np – número de defectuosos.....	208
Gráfico N° 74. Carta C – para número de defectos.....	210
Gráfico N° 75. Carta U – defectos por unidad .....	212
Gráfico N° 76. Diagrama radar de la autoevaluación del sistema de orden y limpieza (5s) .....	222
Gráfico N° 77. Mapa Estratégico .....	229

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Checklist ISO 9001: 2015 .....	262
Anexo 2. Matriz propuesta para la Evaluación del sistema de orden y limpieza (5s)..	263
Anexo 3. Puntos porcentuales de la distribución de F.....	266
Anexo 4. Puntos porcentuales de la distribución de t.....	267
Anexo 5. Puntos porcentuales de la distribución $\chi^2$ .....	268
Anexo 6. Coeficientes de polinomios ortogonales .....	269
Anexo 7. Relación de alias para diseños factoriales.....	270

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación va dedicado a toda mi familia en especial a mis padres por estar a mi lado y darme su apoyo incondicional por su ejemplo de perseverancia, por haber fomentado en mí el deseo de progreso y el anhelo de triunfo en la vida porque creyeron en mí y me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega gracia a ellos, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsando en los momentos más dificultosos de mi carrera, y el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo transitar hasta el final.

A la persona que más amo, por su apoyo y ánimo que me brinda día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

También gratifico a todas y todos quienes de una u otra forma han colaborado para el logro de este Trabajo de Investigación, agradezco de forma sincera su apreciable contribución.

**Juan Carlos Muyulema Allaica**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme escoltado y guiado a lo largo de esta carrera por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad. A mis padres Edgar Muyulema Jarrin y Zoila Allaica Yungan por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien por ser un excelente ejemplo de vida. A mis hermanos Freddy, Carina, Gabriela. No puedo dejar pasar esta oportunidad sin decirles que les amo y gracias.

Deseo del mismo modo deseo expresar mi agradecimiento a mi Director Dr. Fabián Díaz PhD., por la confianza apoyo y dedicación de tiempo por haber compartido conmigo sus conocimientos sobre todo su amistad.

**Juan Carlos Muyulema Allaica**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**  
**MAESTRÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL BASADO EN MÉTODOS**  
**CUANTITATIVOS**

**TEMA:** “MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO, A TRAVÉS DE LA INTEGRACIÓN DEL SEIS SIGMA INTEGRAL MULTIVARIADO CON EL BALANCED SCORECARD, EN LA INDUSTRIA AVÍCOLA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.”

**AUTOR:** Ing. Juan Carlos Muyulema Allaica.

**DIRECTOR:** Dr. Jaime Fabián Díaz Córdova, PhD.

**FECHA:** 11 de Octubre de 2017.

**RESUMEN**

La metodología Seis Sigma se utiliza ampliamente en las empresas para el mejoramiento de la calidad, incremento de la productividad y la disminución de costos, repercutiendo en un mejoramiento del negocio. Sin embargo, en la actualidad el desafío consiste en dirigir esas herramientas a las mejoras que tengan un impacto inmediato sobre la diferenciación de valor, lo cual requiere la ordenación de Seis Sigma con las estrategias competitivas de la organización. De ahí la importancia de establecer un sistema de gestión estratégica capaz de medir, analizar, mejorar y controlar el rendimiento corporativo y al mismo tiempo establecer las responsabilidades de liderazgo y el compromiso. El propósito específico de esta investigación es desarrollar un modelo de medición del desempeño global corporativo a través de la alineación de objetivos estratégicos (Balanced Scorecard) y herramientas de mejora de la productividad (Seis Sigma) para procesos con múltiples respuestas, que sea lo suficientemente robusto para que pueda servir de base para su aplicación en la industria avícola para vincular eficazmente la estrategia de rendimiento y la satisfacción del cliente. El modelo denominado SSIMB: 2017 propuesto muestra cómo un cuadro de control debe implementarse con la finalidad de ir más allá del DMAMC, o la supervisión del rendimiento de las medidas financieras y no financieras; con esto se puede determinar, de manera efectiva, la forma en que los indicadores se integran y se relacionan unos con otros para mejorar el rendimiento global de una empresa. El modelo postula que si la estrategia, el rendimiento y la satisfacción del cliente están alineados, la organización obtendrá beneficios por la relación intensa que existe entre el rendimiento del proceso y las iniciativas estratégicas.

**PALABRAS DESCRIPTORAS:** Balanced Scorecard (BSC), Seis Sigma, Estadística Multivariante, Desempeño Organizacional.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**  
**COLLEGE OF ADMINISTRATIVE SCIENCES**  
**MASTERS PROGRAM OF ENTERPRISAL MANAGEMENT BASED ON**  
**QUANTITATIVE METHODS**

**TOPIC:** “MEASUREMENT MODEL OF CORPORATIVE GLOBAL PERFORMANCE THROUGH THE INTEGRATION OF THE MULTIVARYING INTEGRATIVE SEIS SIGMA WITH THE BALANCED SCOREBOARD, IN THE POULTRY INDUSTRY OF THE PROVINCE OF CHIMBORAZO.”

**Author:** Eng. Juan Carlos Muyulema Allaica.

**Thesis Tutor:** Dr. Jaime Fabián Díaz Córdova, PhD.

**Date:** 11th of October of 2017.

**ABSTRACT**

The Seis Sigma Methodology is widely used in the enterprises for the improvement of the quality, increasing of the productivity and decreasing of the costs, coming into play a business improvement. However, nowadays, the challenge consists on leading these tools to the improvements that have an immediate positive impact about the value differing, which requires the sorting of Seis Sigma with the competitive strategies of the organization. That is why the importance to establish a strategic management system able to measure, analyze, improve and control the corporative performance and at the same time to establish the responsibilities of leadership and commitment. The specific purpose of this investigation is to develop a measurement model of corporative global performance through the alignment of strategic objectives (Balanced Scoreboard) and the improvement tools of productivity (Seis Sigma) for processes with multiple answers that would be the robust enough to serve based on its application within the poultry industry to connect the performance strategy efficiently and the customer satisfaction. The model called SSIMB: 2017 proposed shows how a control framework must be implemented with the aim to go farther than the DMAMC, or the supervision of performance of the financial and non-financial measures with this could be determined in an effective way how the indicators could be embedded and be related each other to improve the global performance of an Enterprise. The model applies that the strategy, performance and the customer satisfaction are aligned, the organization will obtain benefits for an intense relation that exists between both the performance process and the strategic initiatives.

**DESCRIPTOR WORDS:** Balanced Scoreboard, (BSC), Seis Sigma, Multivarying Statistics, Organizational Performance.

## INTRODUCCIÓN

La ocupación de las empresas de producción adquieren un conjunto de prioridades competitivas, estas conforman “el conjunto de objetivos perseguidos por el área funcional de producción, que deben ser definidos teniendo en cuenta la estrategia de negocio” (Díaz y Martín, 2004, pág. 363). Entre estas prioridades se hallan la reducción de costos, mejora de la calidad y productividad, plazos de entrega, desarrollo de la flexibilidad, servicio al cliente, innovación y protección al ambiente. El logro de las mismas puede contribuir en forma significativa al éxito del negocio. Una vez escogidas se hace indispensable diseñar un modelo de medición del desempeño donde se señale que aspectos arrojan resultados satisfactorios y cuales requieren atención.

Ante estas circunstancias el presente trabajo reporta los resultados de una investigación integrada por un diagnóstico situacional de la industria avícola en la provincia de Chimborazo, tomado como técnica el uso de una *checklist* de cumplimiento de los puntos la norma ISO 9001: 2015, su posterior análisis de resultados mediante la aplicación de herramientas estadísticas de un diseño experimental, y posteriormente proponer el diseño y desarrollo de un modelo de medición del desempeño global corporativo, a través de la integración del Seis Sigma Integral Multivariado sustentado en los principios y filosofías del Balanced Scorecard, o cuadro de mando integral (BSC), a más de la aplicación de escenarios con técnicas estadísticas avanzadas, con el propósito de contribuir a llenar el vacío que existe en la actualidad dentro de la industria al no disponer de un instrumento con estas características que valore integral y estratégicamente el desempeño de una organización.

Por un lado, Seis Sigma es una metodología de administración de la calidad que se enfoca en la reducción de la variación existente en los procesos de producción, la cual conduce hacia una drástica reducción de los defectos y el mejoramiento de la calidad de productos, procesos y servicios. Por otro lado, el Balanced Scorecard es una herramienta de administración estratégica y sistema de medición del desempeño, diseñado para traducir las estrategias de la organización en planes de acción orientados al cumplimiento de objetivos y metas. (Gamal, 2010)

La estadística multivariante se halla integrada por un conjunto de técnicas avanzadas que relacionan múltiples variables de respuesta mediante modelos matemáticos complejos,

los cuales admiten modelar y visualizar, de manera global, las dependencias e interdependencias de un conjunto robusto de variables a través de una simplificación coherente y eficiente. (Fermín, Valdiviezo, Orlandoni, y Barreto, 2009).

La Integración de Seis Sigma integral multivariado con el Balanced Scorecard hoy denominado SSIMB: 2017, propuesto muestra cómo un cuadro de control debe implementarse con la finalidad de ir más allá del DMAMC, o la supervisión del rendimiento de las medidas financieras y no financieras; con esto se puede determinar, de manera efectiva, la forma en que los indicadores se integran y se relacionan unos con otros para mejorar el rendimiento global de una empresa. Es aquí en donde se puede resaltar la importancia de utilizar técnicas multivariantes para identificar, cuantificar y modelar la naturaleza de tales relaciones.

El SSIMB - 2017, nuevo modelo de medición de desempeño global corporativo. Específicamente, es un sistema que requiere la participación y compromisos total de la organización en todos sus niveles a través de líderes que inspiran, gerentes que mejoran y capital humano que crean e innovan en esfuerzos conjuntos e integrados, los cuales persiguen el propósito de alcanzar el nivel óptimo de rentabilidad y crecimiento. El modelo está basado en principios científicos en cinco fases, prácticas de mejora comprobadas a través de numerosas investigaciones como las mencionadas y técnicas de estadística multivariante, en un marco de principios y valores que guíen las distintas trayectorias de la organización.

El objetivo del SSIMB: 2017 es, por un lado, identificar y cuantificar los indicadores relacionados con los procesos clave de la industria en cualquier dimensión que esta se encuentre e integrarlos en un modelo que valore el desempeño global del proceso corporativo, con el fin de alcanzar un nivel adecuado de rentabilidad y, por otro lado, identificar, diseñar e implementar los procesos de mejora correspondientes, con el fin de satisfacer las necesidades del cliente mediante el rompimiento de sus expectativas, generando fidelidad y posicionamiento en el mercado.

# CAPÍTULO I:

## 1. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Descripción y formulación del problema

#### Planteamiento del problema

En los últimos años producto de la globalización, las organizaciones deben enfrentar veloces cambios en sus entornos competitivos y sólo aquellas que sean capaces de implementar una estrategia efectiva, podrán obtener rendimientos superiores al promedio (Díaz, Barroso, Díaz, y Pico, 2015). En este sentido han surgido diferentes conceptos de iniciativa de mejora, cuyos resultados prometen conducir a un desempeño superior y una efectiva creación de valor en las organizaciones (Adarm, Cogollo, y Arango, 2012). Por tal motivo, se ha incrementado el interés por estudiar el proceso de implantación de herramientas estrategias eficientes para estos propósitos.

Según los autores Torrealba y Arias (2007) conocer el desempeño de producción requiere diseñar mecanismos que admitan expresar a través de indicadores el logro de objetivos asociados a prioridades competitivas. Por su parte Alveiro (2011) indica que una forma de darles sentido integrador a estos últimos, es agruparlos en una matriz de medición que permita valorar cada prioridad para luego unificarlas en un índice que refleje el desempeño integral dentro de la organización y cuyo uso permita la evaluación de procesos y el apoyo a la toma de decisiones. Según Aguirre (2007) los investigadores del área han comprendido que la misma no puede dejarse a la deriva y que es necesario ahondar más en su estudio, ya que la dirección de las empresas, en muchos casos, establece empíricamente sus propios parámetros de medición y recurre más a la experiencia que a un componente formal basado en indicadores cuando requieren conocer la situación en base a la producción obtenida en un período determinado de tiempo.

Autores como Ibarra y Martínez (2004); Noori y Radford (1997) señalan que para elaborar un modelo que evalúe el desempeño de una función en particular, es necesario tener claro que los objetivos funcionales, deben ir en concordancia con los objetivos del nivel inmediato superior. Alles (2008) explica que se define el nivel funcional como el adecuado para implementar las estrategias orientadas a organizar el trabajo diario a través

de la planeación de sus actividades u operaciones (Chase, Aquilano, y Jacobs, 2000; y Gutiérrez, 2013).

En América Latina las organizaciones aprovechan viejos esquemas estructurales o disfuncionales, impidiendo que las empresas establezcan sus objetivos y reconozca cuantificarlos mediante la definición de metas, hallándose en la necesidad de medir los resultados que obtiene para saber cuánto ha logrado de esos objetivos para tomar decisiones que corrijan las desviaciones que se desplieguen, ya sea en forma empírica o mediante la utilización de métodos científicos (Calderón, 2011).

En consecuencia según lo indica Anda (2004) las necesidades de las organizaciones para obtener medidas de desempeño han provocado la inversión de capital humano científico, de materiales y de tiempo para obtener modelos útiles que permitan reflejar el desempeño corporativo, sin embargo su aplicabilidad no está muy difundida o escasamente estudiada. En este sentido un cambio de enfoque metodológico que contraste la diferencia, sería útil para la dinámica organizacional de los países subdesarrollados, ya que incidiría directamente en el modo de administrar, creando ambientes de trabajo motivadores (Chiavenato, 2004).

Las investigaciones manifiestan que las empresas en Ecuador analizan sus indicadores de desempeño, de forma individual e independiente, pocas veces convertido a métricas útiles en la valoración de los resultados de las estrategias implementadas, son muy escasas las organizaciones que realizan o implementan acciones integradas para tomar decisiones, generalmente extranjeras (Saiz y Mendoza, 2015). A pesar de este hecho, negativo a primera vista, existe la preocupación y el interés por parte de las empresas ecuatorianas para implementar estrategias dentro de este ámbito. El investigador Andrade (2012) exterioriza que los emprendimientos en Ecuador crecen en gran medida y cada vez toma mayor importancia la formación de auténticos emprendedores en nuestro país, sin embargo hay escenarios que se escapan de las manos de los empresarios y que muchas veces imposibilitan su mejor desempeño, sobre todo de aquellos que desean empezar un negocio.

Según estudios este aspecto no pasa desapercibido en la industria avícola ecuatoriana la cual se conforma por una cadena de eslabones que inicia en el cultivo y comercialización de materias primas, seguido de la producción de alimento balanceado, la crianza de aves,

el procesamiento, la distribución, el transporte, la comercialización, el valor agregado, y en especial para el empresariado avicultor chimboracense según muestra el manual de aplicabilidad de buenas prácticas avícolas, proyecto desarrollado junto con manuales técnicos (AGROCALIDAD, 2013).

En este sentido la bibliografía no registra investigaciones que conlleven al diseño de un instrumento que valore integral y estratégicamente el desempeño de una organización para una evaluación y posterior control dentro de la industria avícola ecuatoriana.

Lo anterior pone de manifiesto la urgente necesidad de contar con recursos científicos, que se traduzcan en modelos útiles, los cuales a su vez, brindar una herramienta de gestión que permite integrar el desempeño empresarial dentro de la misión y visión con el fin de generar un valor agregado a las entidades a través del desempeño efectivo de los compromisos laborales y comportamentales, con la finalidad de ir más allá de la supervisión del rendimiento de las medidas financieras y no financieras el cual permita determinar, de manera efectiva, la forma en que los indicadores se relacionan unos con otros para mejorar el rendimiento global de una empresa.

## **Formulación del Problema**

¿Cómo el modelo de integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard influye en el desempeño global corporativo?

### **1.2 Justificación**

El impacto de la crisis económica, inflación y globalización de mercados se ha extendido por todos los países a nivel mundial, este impacto ha tenido consecuencias de inestabilidad empresarial al verse afectadas sus economías por decadencia en las ventas ya que un sin número de empresas se han quedado en el pasado y no se globalizan siguen gestionando su producción de forma ineficiente y empírica, sin aplicar efectivos modelos de gestión, falencia que no permite a dichas organizaciones tener una idea clara y correcta de que personal idóneo se necesita en la empresa para la ejecución de sus procesos productivos, todo esto trasciende a que se obtenga, sobreprecio de los costos de producción, perdiendo demanda, y posicionamiento en el mercado (Aguirre, 2007).

En este sentido según los autores Torrealba y Hernández (2007) en los últimos años en América Latina han surgido diferentes conceptos de iniciativa de mejora, cuyos resultados prometen trasladar a un mejor desempeño y a una efectiva creación de valor en las organizaciones. Por tal motivo según Saiz y Mendoza (2015) se ha incrementado el interés de experimentar el proceso de implantación de estrategias eficientes para estos propósitos. En consecuencia, tomar decisiones que repriman las desviaciones que se presenten. Sean estos en forma empírica o mediante la utilización de métodos científicos, los cuales apliquen o permitan el uso de indicadores, que a la actualidad son el medio más extendido de medición de resultados, sin embargo, es recomendable su organización en una estructura que le dé un sentido unificador.

Según Calderón (2011) en estas circunstancias al presente la mayoría de las empresas ecuatorianas analizan cada una de sus variables de respuesta o indicadores de desempeño, de forma independiente; perdiendo de vista con ello, que estas variables interactúan entre sí y que en la gran mayoría de los casos se encuentran potentemente correlacionadas, aspecto muy olvidado con mucha frecuencia y, por ende, pocas veces traducido a métricas útiles para la valoración de los resultados de las estrategias implementadas.

Es aquí en donde se puede preponderar la importancia de utilizar técnicas multivariantes para identificar, cuantificar y modelar la naturaleza de tales relaciones, en este sentido considerado la opinión de los creadores del Balanced Scorecard, o cuadro de mando integral (BSC) (Kaplan y Norton, 2009) los cuales muestran cómo un cuadro de control debe implementarse con la finalidad de ir más allá de la supervisión del rendimiento de las medidas financieras y no financieras, como un medio para lograr ventajas competitivas.

El impacto que tendrá la propuesta se verá beneficiada en muchas direcciones y economías como la de la organización, trabajadores, y en la sociedad misma ya que cada unidad de negocio productivo contribuye con el producto interno bruto del país.

Con esta información se puede tomar acciones correctivas en aquellas actividades que generen pérdida de tiempo y recursos, estableciendo un modelo que permita a la empresa disminuir la utilización de recursos e incrementar la participación de todos y cada uno de sus colaboradores, comprometiéndoles a buscar el beneficio común y contribuir al desarrollo de la empresa.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar un Modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo, a través de la Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard para las empresas Avícolas.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Estudiar los fundamentos teóricos acerca de los componentes de Modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo, a través de la Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard
- Identificar los modelos de gestión corporativa que utilizan las empresas
- Desarrollar el Modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo, a través de la Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard, generando un encadenamiento productivo (clúster) para la competitividad en el sector Avícola de la provincia de Chimborazo.

## **CAPÍTULO II:**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes Investigativos**

Según Salán (2014), al evaluar los procesos de producción y su incidencia en los recursos de la empresa permite determinar el grado de deficiencia en las operaciones, exterioriza que es de vital importancia socializar los indicadores y procesos a todo el personal a fin de que todo el capital humano se alinea a las metas y sobre todo mostrar que son un puntal vital para el crecimiento empresarial, adicionalmente comenta que la alta gerencia tiene continuamente que revisar el cumplimiento de las metas, con la finalidad de mantener la competitividad de la empresa en el mercado nacional.

Para Orlandoni (2012) el mejoramiento de la calidad mediante el control estadístico Seis Sigma contribuye a eliminar el desperdicio, reducir el reproceso de piezas, minimizar los requerimientos para inspección y prueba, y las pérdidas por garantía, además de mejorar la satisfacción del cliente y consumidor, logrando así que la empresa se convierta en un productor confiable, de alta calidad y bajo costo para la industria. Cuando la dirección de un organismo incluye como inicio de su plan estratégico los requerimientos de clientes, consumidores y la calidad de los productos competidores, entonces la calidad se convierte en estrategia de competitividad. Según Giraud y Morantes (2017) la estadística es un componente fundamental en el mejoramiento de la calidad, y sus técnicas pueden emplearse para representar, entender y controlar la variabilidad que se presenta entre objetos, aún si se han derivado presumiblemente bajo las mismas condiciones. La variabilidad de un proceso puede deberse a causas aleatorias y a causas asignables.

Comprendiéndose que las causas aleatorias o comunes corresponden al efecto acumulado de diversas causas inevitables y pequeñas; producidas por la variabilidad de la materia prima, maquinaria diferente, eficacia de la mano de obra; ellas definen un sistema estable de causas de variabilidad. En este sentido si un proceso opera únicamente con causas aleatorias de variación, entonces él se encuentra bajo control estadístico, por ser estas causas un segmento inherente del proceso. Mientras que las causas asignables pueden estar concurrencias a la salida de un proceso, generando variaciones irregulares no predecibles. Son de naturaleza no aleatoria y cuando intervienen producen efectos que se

pueden identificar y que persisten hasta que se excluyan las causas que los generan. Son ejemplos, el desgaste de la máquina, herramientas en mal estado, la enfermedad de operarios. Un proceso que opera en presencia de causas asignables está fuera de control estadístico. Un objetivo fundamental del sistema de control es que éste reaccione sólo cuando una causa tiene suficiente impacto, y es práctico y económico eliminarla para mejorar la calidad del proceso, producto o de servicio.

Parrales y Tamayo (2012) exteriorizan que el aumentar la competitividad de la empresa mejorando la productividad y calidad de sus operaciones, mediante la planeación, medición, análisis y mejora de sus procesos, adquiriendo como base fundamental el uso y la aplicación de modelos estadísticos, aluden que los indicadores de gestión son una herramienta importante para medir rendimientos de una organización, dentro de todos los ámbitos y que permiten mejorar la eficiencia, tras la aplicación de modelos o programas de operación, control, mantenimiento y mejoramiento de los procesos.

Para Adarm, Cogollo, y Arango (2012) la aplicación de la lógica difusa en la medición del desempeño de la cadena de abastecimiento, muestra el diseño que concentra los principios del Balanced Scorecard con la teoría de conjuntos difusos para el tratamiento de la incertidumbre vinculada a la gestión de la cadena de abastecimiento previamente estudiada, permitiendo obtener resultados numéricos puntuales del desempeño global de la cadena y de cada panorama considerado (clientes, finanzas, procesos, aprendizaje y crecimiento), agregando la ambigüedad e incertidumbre en dichos cálculos.

Adicionalmente la investigación consistió en establecer un sistema de gestión estratégica capaz de medir, analizar, mejorar y controlar el rendimiento corporativo así como determinar las responsabilidades de liderazgo y el compromiso, para varios procesos con múltiples respuestas.

Alveiro (2011) comenta que las constantes búsquedas y aplicaciones de nuevas y eficientes técnicas y prácticas gerenciales de planificación y de medición del desempeño de la organización han sido el resultado de la perceptible transformación del mundo empresarial que, durante las últimas décadas, ha dejado al descubierto esa imperiosa necesidad de cambio y mejoramiento continuo tanto de los resultados operacionales, como del mismo sistema financiero de la organización. Tales técnicas o herramientas deben comprometer del diseño de estrategias que debe seguirse con el fin de alcanzar el

alto desempeño, al igual que la posible expresión de dichas estrategias en objetivos específicos que sean medibles gracias a los indicadores de desempeño de la organización o industria. Otro mecanismo naciente es la orientación hacia una visión sistémica de un ambiente de negocio en el que se pueda identificar tanto los roles, como las mismas necesidades de cada actor involucrado; lo que tendría como resultado un replanteamiento de los esquemas evaluativos de resultados, al igual que la definición de estrategias en los negocios.

La investigación resalta y menciona que el Balanced Scorecard o cuadro de mando integral es un sistema completo de gerencia que permite la integración tanto de aspectos del direccionamiento estratégico, como la misma evaluación de desempeño que ha tenido el negocio. Uno de los indicadores más destacados durante años para la evaluación organizacional, ha sido el aspecto financiero. Podría afirmarse que las necesidades han tenido un giro y son otras las prioridades que están orientadas a tener la capacidad de lograr excelentes resultados, a partir de tener una planeación estratégica integradora de los diferentes aspectos de la empresa, lo que representa una revolución con relación al tradicional enfoque gerencial: es decir asumir el autocontrol.

Según Torrealba y Arias (2007) la función de producción tiene un conjunto de prioridades competitivas, estas conforman el conjunto de objetivos perseguidos por el área funcional de producción, que deben ser definidos teniendo en cuenta la estrategia de negocio. Entre estas prioridades se halla la reducción de costos, mejora de la calidad, y plazos de entrega, incremento y desarrollo de la flexibilidad, servicio al cliente, innovación y protección al medio ambiente. El logro de las mismas puede contribuir en forma significativa al éxito del negocio. En este sentido una vez escogidas dichas prioridades se hace indispensable diseñar un modelo donde se señale que aspectos arrojan resultados satisfactorios y cuales requieren atención.

Para Herrera (2006) el método seis sigma es una estrategia de mejoramiento continuo aplicado a procesos productivos y de servicio. Este método dispone de herramientas estadísticas con el manejo de la filosofía de la calidad. En donde ambos elementos son usados para mejorar la eficacia y efectividad de una empresa, teniendo en cuenta las expectativas, las necesidades y la satisfacción final del cliente.

En este sentido también se puede apreciar que para aplicar el Método Seis Sigma, el líder del proyecto debe tener en cuenta las siguientes estrategias: primero, conocer los procesos esenciales de la empresa y asignar responsabilidades al capital humano mejor calificado, ya sea por la experiencia que tenga, el respeto que tiene con los demás empleados del proceso y su afán de mejoramiento continuo. Una vez reconocido estos procesos, el mejor método para analizar y encontrar las causas que originen las no conformidades; es aprovechar los círculos de calidad, en donde se presenta una lluvia de ideas de todo el personal que de una u otra forma son responsables del proceso directa o indirectamente, con el fin de localizar los diferentes factores que infieren en menor o mayor grado las características de calidad que se presenten. La tercera estrategia es identificar las necesidades de los clientes y proveedores de cada uno de los procesos evaluados. Estos clientes pueden ser externos e internos, lo sustancial es lograr de ellos información cualitativa y en el mejor de los casos que esta indagación sea cuantitativa a fin de lograr aplicar algunas herramientas estadísticas necesarias para su análisis y evaluación.

## **2.2 Fundamentación científico técnica**

### **2.2.1 Modelo de medición del desempeño global corporativo**

Las mediciones del desempeño no representan algo nuevo como lo describen Madaus y O'Dwyer (1999) quienes establecen sus orígenes en el 210 AC durante la Dinastía Han en China. El War Department de Estados Unidos adoptó en 1917 este proceso de valoración, principalmente para los siguientes fines: seleccionar a los candidatos que podrán presentarse a las escuelas militares, luego para la elección de los oficiales (de entre los graduados), evaluar periódicamente a los oficiales, hasta otorgar los ascensos o cambios de acuerdo con la escala de puntos meritorias (Martínez, 2010). Cabe destacar, que, en la década de 1920-1930, la aplicación de estos métodos de evaluación se extendió a la administración de personal de la empresa privada, después de efectuar los ajustes respectivos en este campo (Capuano, 2004).

La evaluación del desempeño históricamente se limitó al simple juicio unilateral del jefe respecto al comportamiento funcional del colaborador (Aguirre, 2007). Posteriormente, así como fue evolucionando el modelo, se fueron estableciendo generaciones del modelo, a tal punto que hoy en día podemos encontrar ejemplos de evaluaciones de cuarta

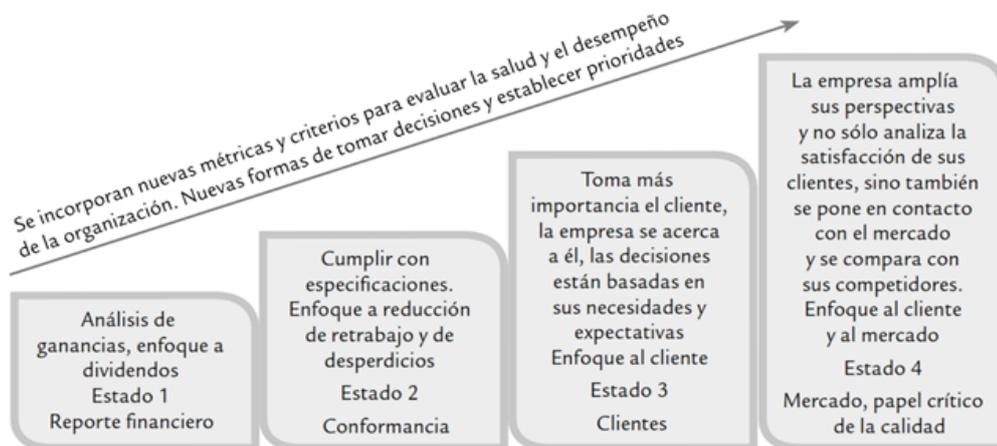
generación. Sin embargo, resulta poco trabajada la valoración a nivel de pequeña y mediana empresa (Alles, 2008).

Según Chiavenato (2006) la evaluación del desempeño es un instrumento o herramienta para mejorar continuamente los resultados de la empresa; exista o no un programa formal de evaluación en la organización. Los superiores jerárquicos están siempre observando la forma en que los empleados desempeñan sus labores y se están formando opiniones acerca de su valor relativo para la organización. Los investigadores Leyva, De Miguel, y Pérez (2016) indican que es un procedimiento estructural y sistemático para medir, evaluar e influir sobre los atributos, comportamientos y resultados relacionados con el trabajo, así como el grado de absentismo, con el fin de declarar en qué medida es productivo el empleado, y así mejorar su rendimiento futuro. Además aluden que, mediante su análisis se puede conocer el nivel de desempeño de los empleados y las causas del mismo.

### ***Enfoques de la evaluación del desempeño.***

La medición del desempeño de una organización de producción o de servicios es un aspecto fundamental para resolver qué y cómo se va a evaluar su salud y práctica laboral, es importante para los negocios por cuanto mide, analiza, comunica y valora el pensamiento de los empleados y fija las prioridades a resolverlo. Las medidas son un contorno sistemático para convertir las ideas en acciones. Por lo tanto, la medición combina uno de los aspectos esenciales en el control estadístico y en la estrategia de una mejora Seis Sigma (Gutiérrez, 2009, pág. 9)

Gráfico N° 1. Evolución de los criterios para determinar el desempeño de la empresa



**Fuente:** Gutiérrez (2009, pág. 9)

Existen múltiples enfoques para el diseño, modelación y ejecución de la evaluación del desempeño. A continuación se presenta un análisis minucioso identificando las características de cada uno de los métodos:

Tabla N° 1. Enfoques de la medición del desempeño

<b>No.</b>	<b>ENFOQUE</b>	<b>PARTICULARIDAD</b>
<b>1</b>	Continuo.	Se realiza en un momento determinado con carácter anual.
<b>2</b>	Sistemático.	El procedimiento se recoge de forma detallada en un manual, que ha de ser el mismo para toda la organización.
<b>3</b>	Orgánico.	Se aplica a toda la organización.
<b>4</b>	En cascada.	El superior evalúa al final del proceso al ejecutor.
<b>5</b>	De expresión de juicios.	Se aplica de forma constructiva, se identifica los puntos fuertes y los débiles para buscar soluciones.
<b>6</b>	En relación con el trabajo habitual.	Se considera la importancia que la persona posee en su puesto de trabajo.
<b>7</b>	Histórico.	Se basa en históricos a fin de optimizar el desempeño mediante el reconocimiento y corrección de errores.
<b>8</b>	Prospectivo.	Se establece el papel que el evaluado logra desempeñar en un futuro en la organización.
<b>9</b>	Integrador.	Identifica errores en conjunto y se toma acciones correctivas.

**Fuente:** Aguirre (2007)

**Elaboración:** Muyulema (2017)

### ***Métodos de evaluación del desempeño***

La evaluación del desempeño no aparece en un día, es una herramienta trascendental que demanda y requiere capacitación y preparación para su aplicación; y, además tener una intención clara sobre lo que se va a realizar dentro de una organización (Capuano, 2004). Sin embargo, el uso de estos métodos o técnicas requiere un amplio y profundo conocimiento sobre el puesto de trabajo porque un mal diseño presentará resultados subjetivos y poco realistas.

La siguiente tabla muestra una clasificación de los diferentes métodos de evaluación del desempeño basado en autores que investigan el tema.

Tabla N° 2. Métodos de evaluación del desempeño

MÉTODO	CARACTERÍSTICA	TÉCNICAS DE EVALUACIÓN
Evaluación del desempeño basados en características	El diseño de estos métodos está pensado para medir hasta qué punto un empleado posee ciertas características que la compañía considera importantes. Son populares porque son fáciles de administrar.	1 Escalas de calificación conductual o clasificación
		2 Escalas mixtas
		3 Listas de verificación
		4 Distribución forzosa
		5 Formas narrativas o ensayos
Evaluación del desempeño con base en el comportamiento	Los métodos fundados en conductas (competencias) brindan a los colaboradores información más orientada a la acción por lo que son mejores para el desarrollo de personas. Son los más usados, si bien no son los más objetivos.	1 Registro de incidentes críticos o conductas laborables observables
		2 Escala fundamentada para la medición del comportamiento (BARS o ECBC)
		3 Escalas de observación del comportamiento
Métodos de evaluación del desempeño con base en los resultados	El enfoque con base en resultados es también muy popular, ya que se focaliza en las contribuciones mesurables que los empleados realizan en la organización.	1 Mediciones de productividad
		2 Dirección o administración por objetivos (MBO)
Otros métodos de evaluación del desempeño	Se caracterizan por el tipo de evaluación que se realiza y pueden incluirse en cualquiera de los grupos anteriores dependiendo de su diseño, es decir, se pueden convertir en técnicas basadas en características, conducta y resultados dependiendo de cuál haya sido el objetivo de la valoración y la información que se pretenda conseguir.	1 Escala convencional o jerarquización simple o múltiple
		2 Comparaciones pareadas
		3 Autoevaluaciones
		4 Evaluación 360°
		5 Centros de evaluación gerencial (Development centers y Management Audit)

**Fuente:** Adaptación de (Werther, y otros, 2001 págs. 306-314); (Mondy, R. Wayne, 2010 págs. 247-253) y (Alles, 2008 págs. 32-33) .

**Elaboración:** Muyulema (2017)

Las múltiples y variadas metodologías para evaluar el desempeño puede complicar el diseño del modelo o aumentar sus ventajas con respecto a sus dificultades. Sin embargo, la elección de la técnica o método para la evaluación, no es único, existen variables a considerar a la hora de diseñar un modelo.

Independientemente de la técnica o método que se utilice para el proceso de evaluación del desempeño, conviene conocer cuáles son las características que contribuyen a la eficacia del modelo, punto fundamental para el presente trabajo de investigación, puesto que habrá que tenerlas en cuenta para su aplicación.

### ***Indicadores de evaluación del desempeño***

Leyva, De Miguel, y Pérez (2016) manifiestan que la evaluación del desempeño mediante indicadores de gestión se ha convertido en una verdadera necesidad para las organizaciones que desean ser más efectivas, donde la industria debe vincularla al resultado de los procesos. Para los autores Jusoh, Ibrahim, y Zainuddin (2008) los indicadores de desempeño son fundamentales en el ciclo de planeamiento y control estratégico de la empresa, siendo objeto del creciente interés entre profesionales del área e investigadores académicos.

Los indicadores se estructuran a efecto de ayudar a los ejecutivos de empresa a evaluar el desempeño de las operaciones, así como el facilitar la identificación de puntos de evolución competitiva (Calderón, 2011). La importancia de los indicadores radica en la conversión de unidades de actividad (como lo son unidades de tiempo, costo, energía, entre otras) a unidades de valor como lo son la productividad, calidad o eficiencia a través de razones o ratios (Capuano, 2004). Bajo esta perspectiva, la medición del desempeño, bajo enfoques particulares, se simplifica, ya que muchas veces es anhelada la creación de nuevas razones o ratios que complementen el esquema de evaluación y control del desempeño empresarial (Ibarra y Martínez, 2004).

En atención a lo expuesto los indicadores de evaluación del desempeño de uso común evalúan la utilización eficiente de los recursos empresariales; que transformado a términos matemáticos exterioriza la proporción existente entre las salidas de productos o servicios y las entradas o insumos o recursos, aplicados en los procesos empresariales, inferidos con el objetivo de tomar acciones ineludibles para perfeccionar la gestión.

Una investigación desarrollada por Fitzgerald, Johnston, Brignall, Silvestro, y Voss (1991) permitió definir que el desempeño empresarial se debe de medir fundamentado en seis dimensiones que son: el desempeño competitivo, financiero, calidad en el servicio, flexibilidad de adaptación en las actividades, innovación, y aplicación de los recursos.

Sánchez y Alvarado (2011) presentan algunos indicadores que se consideran relevantes para perfeccionar todo análisis sobre el desempeño empresarial como lo son: medición de la eficiencia, y efectividad. Sin embargo, es importante el recalcar que para el análisis del desempeño toda organización debe de contar con varios métodos para la medición de los mismos de manera que se pueda determinar el grado de cumplimiento de los objetivos.

Múltiples propuestas de medición y evaluación pueden encontrarse en la literatura, pero se reconoce que la propuesta más completa para cubrir estas dimensiones es el Balance Score Card de Kaplan y Norton (1992) debido a que se fundamenta en la definición de indicadores para cubrir cada uno de los ámbitos, así como entre ellos.

Sin embargo, es importante el recalcar que para el análisis del desempeño y la productividad empresarial toda organización debe de contar con varios métodos para la medición de los mismos de manera que se pueda establecer el grado de cumplimiento de los objetivos y metas propuestos en los planes de acción; en otras palabras, es necesario el establecimiento de estándares de desempeño y productividad de manera equilibrada con respecto a los objetivos específicos planteados.

### ***Casos de éxito empresarial aplicando métodos de evaluación del desempeño***

Las empresas BMW – Alemania, Adidas – Alemania, Coca Cola – Estados Unidos, Enagas – España, L’oréal – Francia, Philips – Holanda, Intel – Estados Unidos, LG – Corea del Sur y Unilever – Reino Unido, consideradas dentro de las 50 empresas más sustentables del mundo en la Revista Forbes durante el 2016, muestran logros empresariales dentro de un amplio espectro de indicadores de desempeño, buscan que sus organizaciones lleven al mundo hacia un lugar mejor (Forbes, 2016).

Continuando con los casos de éxito encontramos a la Administración Nacional de Aviación Civil de Argentina (ANAC), muestra el primer índice de desempeño aplicado a la puntualidad de las líneas aéreas en ese país. Durante el primer trimestre del año 2017, las aerolíneas argentinas fue la compañía más puntual, considerándose para su medición solo los viajes realizados dentro del país, seguida en esa lista la Austral y LATAM (Infobae, 2017).

Los resultados de la aplicación de indicadores de medición del desempeño a permitido por citar algunos casos, transmitir correctamente las estrategias que tiene la empresa a

todos los empleados, tomar en cuenta el tiempo que se trabaja en la empresa, reconocer a todos los involucrados, medir la gestión de manera objetiva. Este proceso sistemático y periódico, establece de antemano lo que se va a evaluar y de qué manera se va a realizar durante un periodo de tiempo, que normalmente es anual o semestral.

Al sistematizar la evaluación se establecen unas normas estándar para todos los evaluadores de forma que disminuye el riesgo de que la evaluación esté influida por los prejuicios y las percepciones personales de éstos, además de validar la relación propuesta, suministran valiosa información sobre los recursos estratégicos que más impactan el desempeño y factores diferenciadores entre los tipos de estrategias.

En este sentido existe entre tantas, una principal herramienta metodológica con la que puede contar una empresa para traducir la estrategia en un conjunto de medidas, ligadas a objetivos concretos y con visión de conjunto, que ayudan a monitorizar el desempeño de una organización es el *Balanced Scorecard (BSC)*.

### **2.2.2 Seis Sigma ( $6\sigma$ )**

A finales de los años 80's y principios de los 90's, la empresa estadounidense Motorola primicia a una metodología llamada Seis Sigma dirigida por el Ingeniero Mikel Harry, quien comienza a influenciar a la organización para que se estudie la variación en los procesos (enfocado en los conceptos de William E. Deming), como una manera de mejorar los mismos (Herrera y Fontalvo, 2011). Estas variaciones son lo que estadísticamente se conocen como desviación estándar (alrededor de la media), que se representa por la letra griega sigma ( $\sigma$ ). Esta decisión se convirtió en el punto focal del esfuerzo para mejorar la calidad en Motorola.

En consecuencia según lo indica Orlandoni (2012) se hizo énfasis no sólo en el análisis de la variación sino también en la mejora continua, estableciendo como meta obtener 3.4 defectos (por millón de oportunidades) en los procesos evaluados; algo casi cercano a la perfección. La iniciativa le represento a la empresa Motorola ahorros por 2,200 millones de dólares.  $6\sigma$  corresponde al siguiente ancho de banda de una distribución normal.

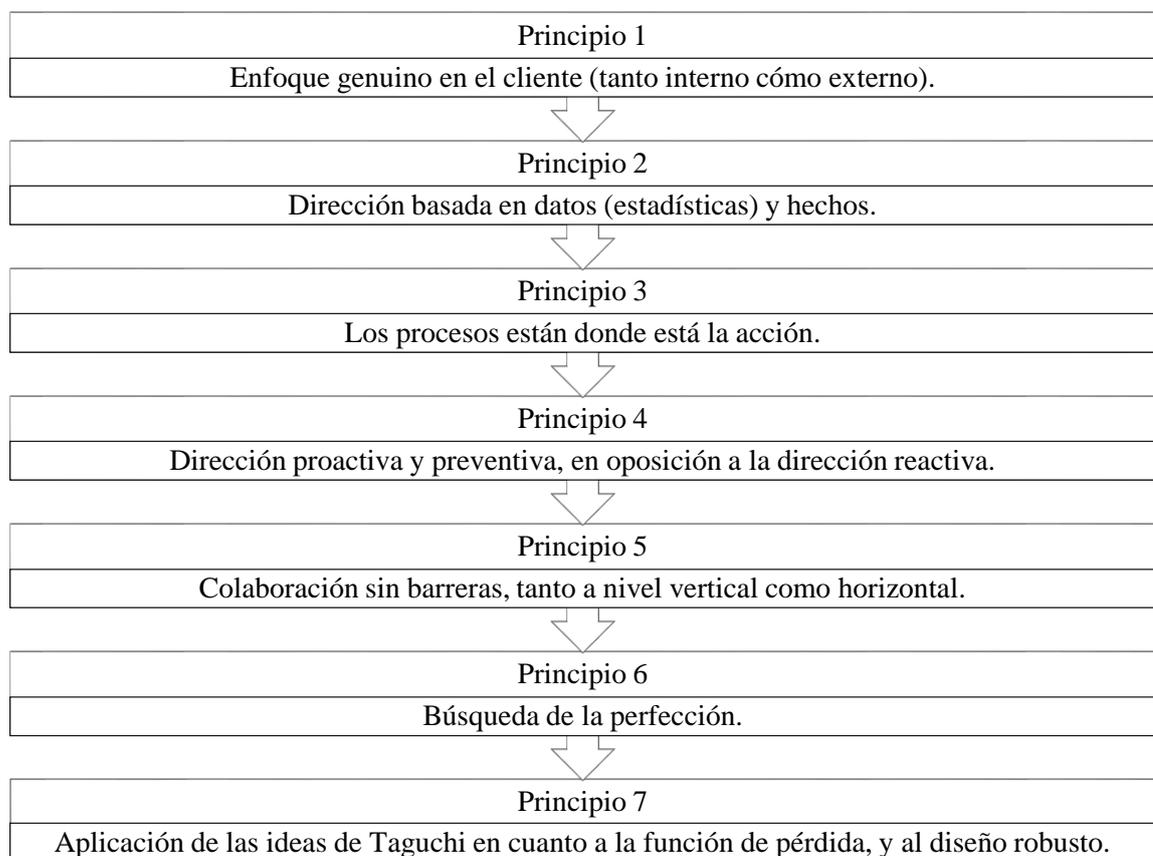
*Seis Sigma ( $6\sigma$ )* es una filosofía comparativamente nueva apareciendo en los años 80 del siglo XX, puede ser definida como una filosofía de trabajo y una estrategia de negocios que se basa en el enfoque al cliente que busca la reducción de variabilidad de los procesos

utilizando mediciones fundamentadas en datos de productos, procesos y servicios y que es administrada a través de una “agresiva” serie de indicadores (Garza, González, y Rodríguez, 2016). Conceptualmente Seis Sigma es un índice de capacidad de proceso; es un número que simboliza cuán capaz es un proceso de cumplir las especificaciones del cliente en función del grado de variabilidad de dicho proceso (González, Garza, Pérez, Martínez, y Sanler, 2012).

En este sentido el Seis Sigma ( $6\sigma$ ) es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización mediante la reducción su variación; con ello, es posible encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio. En todo momento se toma como punto de referencia a los clientes y sus necesidades. La estrategia  $6\sigma$  se apoya en una metodología fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico (Gutiérrez, 2009).

Seis Sigma en este sentido es un sistema que combina un fuerte liderazgo con el compromiso y energía de la base, aplicando para ello siete principios fundamentales:

Gráfico N° 2. Principios fundamentales Seis Sigma



**Fuente:** Gutiérrez (2013, pág. 418)

**Elaboración:** Muyulema (2017)

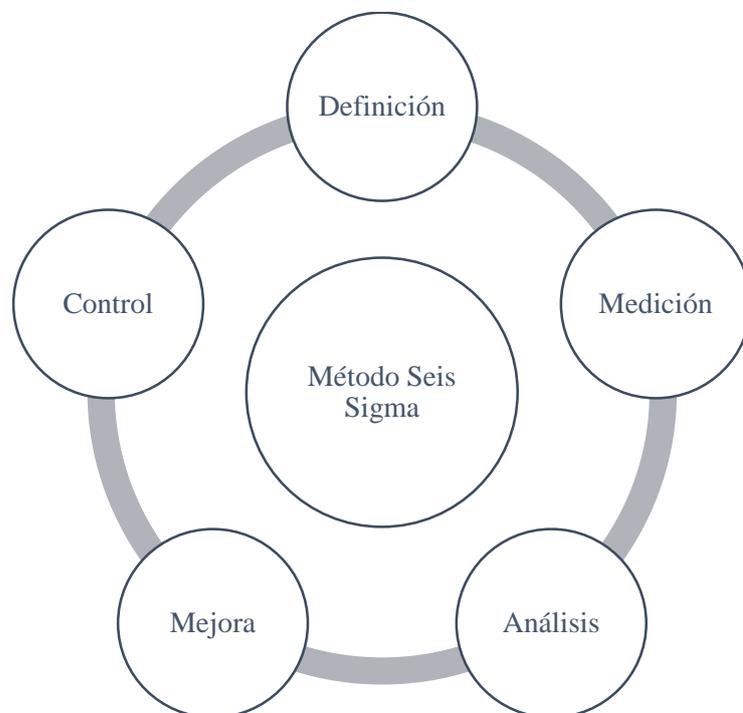
Seis sigma ha evolucionando desde el inicio de su aplicación estrictamente como herramienta de calidad dentro de los valores clave de algunas empresas americanas, como parte de su filosofía de actuación (Anda, 2004). Aunque nació en las empresas del sector industrial, muchas de sus herramientas se aplican con éxito en el sector servicios en la actualidad (Ruiz y Rojas, 2006).

El objetivo fundamental de la metodología del Six Sigma es la puesta en práctica de una estrategia basada en mediciones que se centre en la mejora de proceso con la aplicación de proyectos de la mejora continua (Gamal, 2010). Esto se logra con el uso de una metodología secundaria como: DMAMC<sup>1</sup>.

La metodología de DMAMC es utilizada cuando un producto o un proceso está en existencia en una compañía pero este no esta bajo indices de control o no está satisfaciendo la especificación del cliente ni se está realizando adecuadamente (Orlandoni, 2012).

El método Seis Sigma, conocido como DMAMC, se fundamenta en la aplicación, proyecto a proyecto, de un proceso estructurado e integrado en cinco fases:

Gráfico N° 3. Método Seis Sigma



**Fuente:** Garza, González, y Rodríguez (2016)

**Elaboración:** Muyulema (2017)

<sup>1</sup> Metodología del Six Sigma. Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. (DMAMC).

En esencia estos pasos suponen definir, medir y analizar con la finalidad de descubrir las causas raíz del problema y después mejorar y controlarlo para imposibilitar que el problema se presente de nuevo.

Tabla N° 3. Metodología de DMAMC

N°.	DMAMC	DESCRIPCIÓN
1	Definición	En la fase de definición se identifican los posibles proyectos Seis Sigma, que deben ser evaluados por la dirección para evitar la infrautilización de recursos.
2	Medición	La fase de medición consiste en la caracterización del proceso identificando los requisitos clave de los clientes, las características clave del producto (o variables del resultado) y los parámetros (variables de entrada) que afectan al funcionamiento del proceso y a las características o variables clave.
3	Análisis	En esta fase, el equipo analiza los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes.
4	Mejora	En la fase de mejora el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso.
5	Control	La última fase, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implantado los cambios.

**Fuente:** Orlandoni (2012)

**Elaboración:** Muyulema (2017)

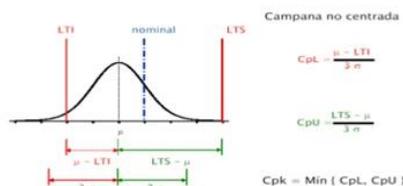
Con base en lo antes expuesto se puede decir que el proceso DMAMC es un sistema de usado para desarrollar nuevos procesos o productos a nivel de calidad Six Sigma, que se desarrolla con el apoyo de varias herramienta de calidad basadas en estadística, que da mucha importancia a la recolección de información y a la veracidad de los datos como base de una mejora continua.

Algunas de las herramientas estadísticas que Seis Sigma utiliza para el análisis, enfoque y solución de problemas de los procesos, son las siguientes:



6 Análisis de capacidad del proceso

**Capacidad de Procesos, Índice Cpk**



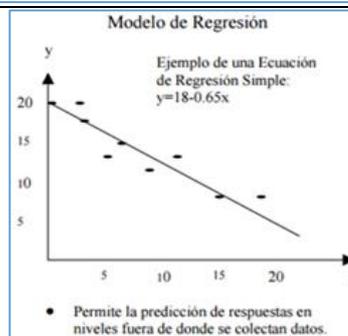
7 Análisis de varianza (ANOVA)

Tabla del ANOVA:

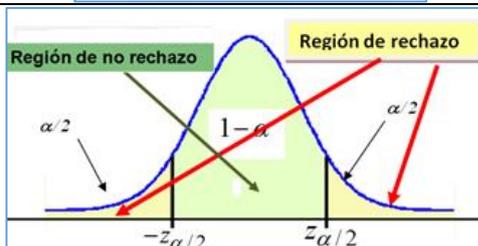
F.V.	S.C.	g.l.	M.C.	Estadístico de contraste
Entre niveles	$SC_{inter}$	$I - 1$	$MC_{inter} = \frac{SC_{inter}}{I - 1}$	$F = \frac{MC_{inter}}{MC_{intra}}$
Dentro de los niveles	$SC_{intra}$	$N - I$	$MC_{intra} = \frac{SC_{intra}}{N - I}$	
Total	$SC_{total}$	$N - 1$		

F se distribuye según una F de Snedecor con (I-1) y (N-I) g.l.

8 Análisis de Regresión



9 Pruebas de hipótesis



10 Diseño de respuesta de superficie

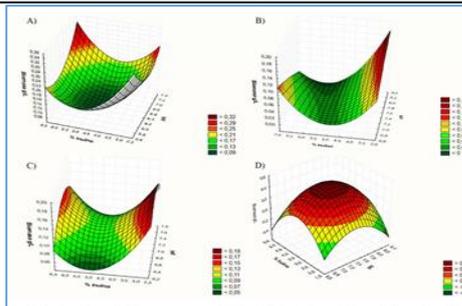


Figura 3. Gráficos de superficie de respuesta correspondientes a cada diseño: A)  $L$ ,  $oculophilos$  con  $inlina$  grado molecular B)  $L$ ,  $oculophilos$  con  $inlina$  grado reactivo. C)  $L$ ,  $cosei$  con  $inlina$  grado molecular. D)  $L$ ,  $cosei$  con  $inlina$  grado reactivo

11 Diseño de experimentos.

**Experimentos con un solo factor**

El Modelo estadístico que se supone describe el comportamiento de la variable observada para la familia de diseños para comparar tratamientos con un solo factor se resume en el siguiente cuadro

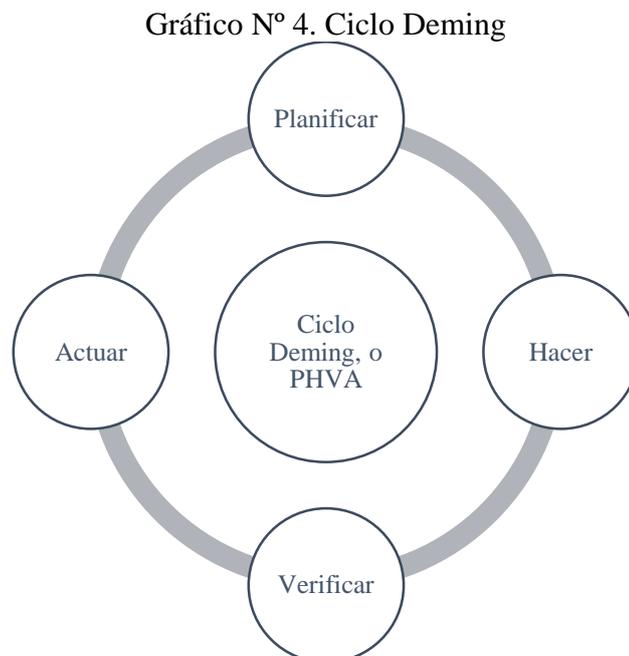
Diseño	Factores de bloqueo	ANOVA con	Modelo estadístico
DCA	0	un criterio	$\bar{Y}_i = \mu + \tau_i + \epsilon_i$
DBCA	1	dos criterios	$\bar{Y}_{ij} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \epsilon_{ij}$
DCL	2	tres criterios	$\bar{Y}_{ijk} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \delta_k + \epsilon_{ijk}$
DCGL	3	cuatro criterios	$\bar{Y}_{ijkl} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \delta_k + \varphi_l + \epsilon_{ijkl}$

Donde Y es la variable de respuesta salida,  $\mu$  la media global,  $\tau_i$  el efecto del i-ésimo tratamiento,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\varphi$ , son los efectos de tres factores de bloqueo y  $\epsilon$  el error aleatorio.

### 2.2.3 Control estadístico de procesos multivariantes

El Control Estadístico de Procesos o Statistical Process Control (SPC), nació en los años 1920 a cargo de Walter Shewhart, en la empresa especializada en la fabricación de teléfonos Western Electric, el cual suministró teléfonos a la Bell Telephone Company de 1881 a 1995 (Chase, Aquilano, y Jacobs, 2000). Posteriormente fue perfeccionado por Edwards Deming y Joseph Juran, de la empresa Hawthorne, considerados hoy en día como los padres y precursores del control SPC (Ruiz y Rojas, 2006). Agrupa una serie de herramientas y técnicas cuyo objetivo es comprobar la estabilidad de un proceso productivo, y seguirla de forma gráfica, mediante unas gráficas de control, para una fácil identificación de posibles problemas del proceso productivo que tengan que ser corregidos (Anda, 2004). Sobre esta temática han pasado más de 70 años y sigue sorprendiendo por su frescura y actualidad.

Tras los resultados del método de control de proceso desarrollado por Shewart, Deming y Juran, se extendió en industrias manejando procesos productivos en serie, como la automoción, la aeronáutica, y las industrias médicas y de telecomunicaciones (Gutiérrez, 2009). Más allá de gráficas de control, estos tres ingenieros desarrollaron unas pautas de actuación durante el proceso productivo que permite prevenir los fallos y eliminarlos. Esta metodología, llamada el ciclo Deming, o PHVA<sup>2</sup> se compone de cuatro fases:



**Fuente:** Gutiérrez (2009)

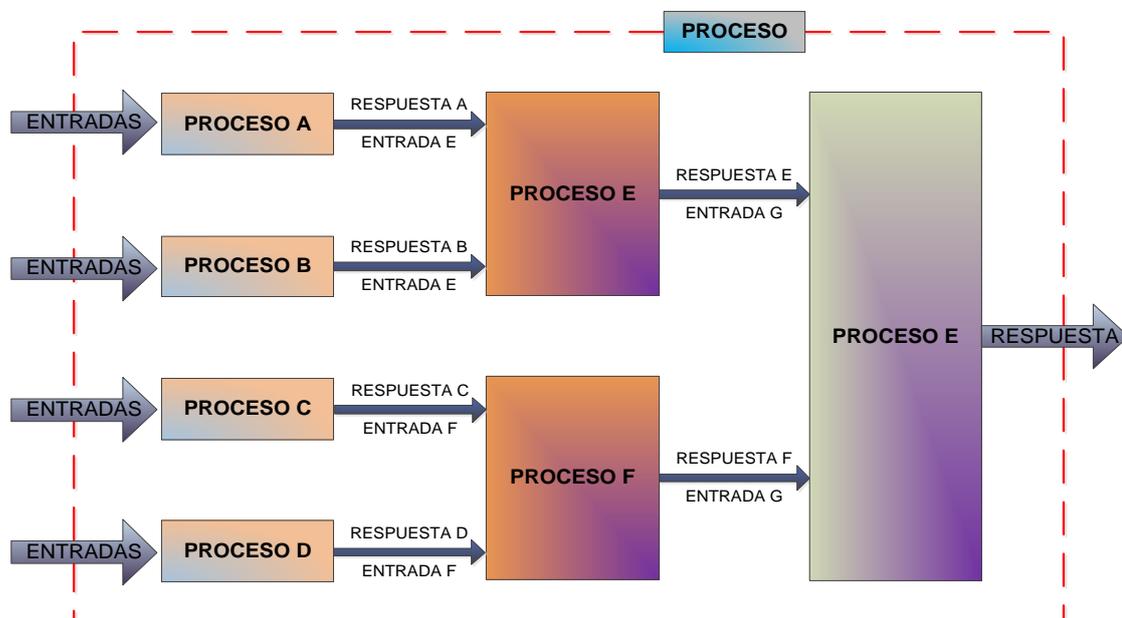
**Elaboración:** Muyulema (2017)

<sup>2</sup> Ciclo Deming. Planificar, Hacer, Verificar, y Actuar. (PHVA).

El sistema PHVA conjeturó una gran mejora en el control del proceso productivo de múltiples industrias, pero fue llevada a un nivel de precisión y desarrollo aún mayor con la creación del Six Sigma al ser un sistema de referencia en el sistema productivo (Herrera A. R., 2006). El nombre viene de la letra griega Sigma, utilizada para referirse al rango de variabilidad estándar de una población (Orlandoni, 2012). La meta del proceso Six Sigma es llegar a un nivel máximo de 3,4 defectos por millón de eventos.

Por lo tanto según los autores Fermín, Valdiviezo, Orlandoni, y Barreto (2009) el control estadístico de la calidad es un método de mejora continua de los procesos operativos de una organización, se fundamentan básicamente en la reducción sistemática de la variación de aquellas características que influyen significativamente en la calidad de los productos o servicios. Las herramientas estadísticas utilizadas para la reducción de la variación son, principalmente, el seguimiento, el control y la mejora de los procesos. Siguiendo el mismo orden de idea Ruiz y Rojas (2006) mencionan que es un instrumento de gestión que, comparando el funcionamiento del proceso con unos límites establecidos estadísticamente, permite implantar y garantizar los objetivos deseados bajo la filosofía de la prevención.

Gráfico N° 5. Proceso típico operativo de una organización



**Elaboración:** Muyulema (2017)

Con base en la bibliografía citada se puede decir que control estadístico del procesos es una metodología para planificar, hacer, verificar y actuar cuándo un proceso está fuera de control. Tiene como objetivo mejorar los procesos operativos de una organización,

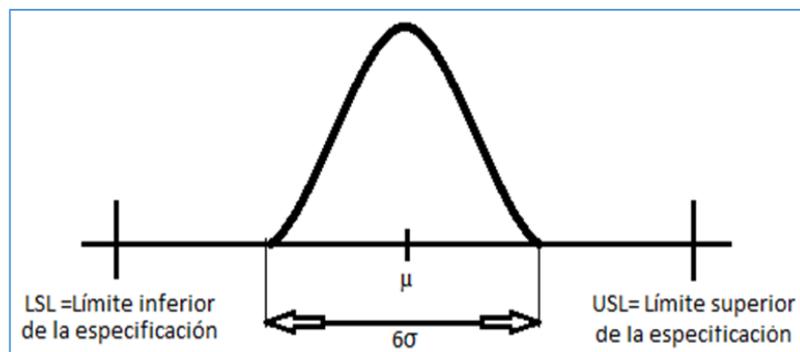
basándose en técnicas estadísticas, la cual consiente establecer criterios para medir, detectar y corregir variaciones en el proceso que puedan afectar a la calidad del producto o servicio final.

### ***Gráficos de control***

Los gráficos de control sirven para poder analizar mediante límites el comportamiento de los diferentes procesos y poder prever posibles fallos de producción mediante métodos estadísticos (Gamal, 2010). Estas se utilizan en la mayoría de los procesos industriales (Díaz y Martín, 2004). Utilizada para distinguir las variaciones debidas a causas asignables o especiales a partir de las variaciones aleatorias inherentes al proceso (Chase, Aquilano, y Jacobs, 2000).

El gráfico cuenta con una línea central y con dos límites de control, uno superior (LCS) y otro inferior (LCI), que se establecen a  $\pm 3$  desviaciones típicas (sigma) de la media (la línea central) (Gutiérrez, 2013). El espacio entre ambos límites define la variación aleatoria del proceso. Los puntos que exceden estos límites indicarían la posible presencia de causas específicas de variación.

Gráfico N° 6. Límites de control



**Elaboración:** Muyulema (2017)

Para Gamal (2010) los gráficos de control, como las demás herramientas básicas de mejora de la calidad, son relativamente fáciles de utilizar. Según Moreno (2005) tienen tres aplicaciones básicas como el establecer una etapa de control estadístico, vigilar un proceso y informar cuando el proceso se salga de control, y determinar la capacidad del proceso.

A continuación se estructura los pasos requeridos para desarrollar y utilizar los gráficos de control.

Los pasos uno (1) a cuatro (4) se enfocan al establecimiento de un estado de control estadístico; en el paso cinco (5) se utiliza las gráficas para la vigilancia continua; y en el paso seis (6) se utilizan los datos para el análisis de la capacidad del proceso.

Tabla N° 5. Pasos requeridos para desarrollar y utilizar las gráficas de control.

N°.	PASOS	CARACTERISTICAS
1	Preparación	a) Escoja la variable o atributo a medir b) Determine la base, tamaño y frecuencia de la muestra c) Defina la gráfica de control
2	Recolección de Datos	a) Registre los datos b) Calcule estadísticas relevantes: promedios, rangos, proporciones, etc. c) Trace los datos estadísticos sobre la gráfica
3	Determinación de los límites de control de prueba	a) Dibuje la línea central (promedio del proceso) sobre la gráfica b) Calcule los límites de control superior e inferior
4	Análisis e interpretación	a) Investigue la gráfica para buscar falta de control b) Elimine puntos fuera de control. c) Vuelva a calcular , si es necesario, los límites de control
5	Utilización como herramienta para la solución de problemas	a) Continué con la recolección de datos y con el trazado. b) Identifique situaciones fuera de control y tome acción correctiva
6	Utilización de los datos de las gráficas de control para determinar la capacidad del proceso.	a) Si así se requiere

**Fuente:** Gutiérrez (2009)

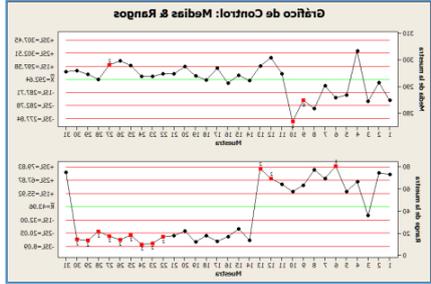
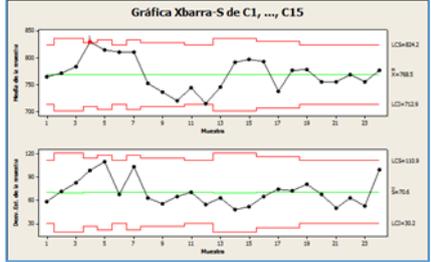
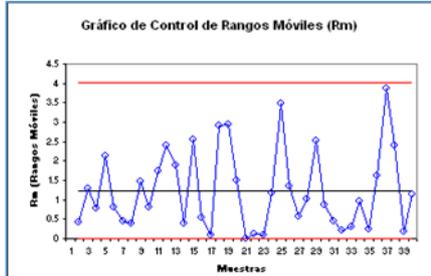
**Elaboración:** Muyulema (2017)

Existen diferentes gráficas de control en función de la variable a observar y del proceso a controlar (Gutiérrez, 2009). El proceso a controlar puede depender de una variable o de características llamadas atributos (Anda, 2004). En Control de Calidad mediante el término variable se designa a cualquier característica de calidad medible tal como una longitud, peso, volumen o temperatura, etc. Mientras que se denomina atributo a las características de calidad que no son medibles y que presentan diferentes estados tales

como conforme y disconforme o defectuoso y no defectuoso (Fermín, Valdiviezo, Orlandoni, y Barreto, 2009).

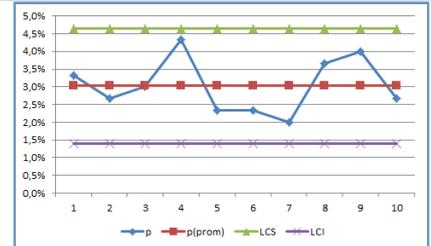
Según sea el tipo de la característica de calidad a controlar asimismo será elegido el correspondiente tipo de gráfico de control a obtener:

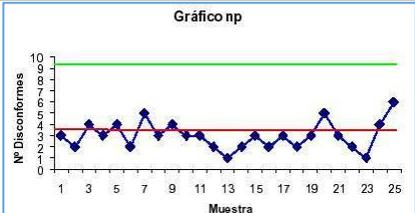
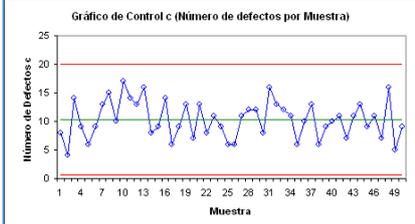
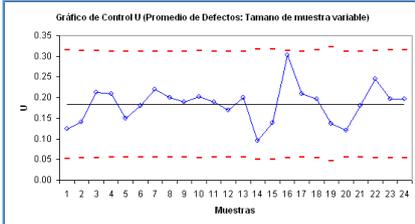
Tabla N° 6. Cartas de control por variables

CARTA	DESCRIPCIÓN	CAMPO DE APLICACIÓN.	GRAFICO
$\bar{X} - R$	Medias y Rangos	Control de características individuales.	
$\bar{X} - S$	Medias y desviación estándar	Control de características individuales.	
$\bar{X} - Rm$	Mediciones y rangos móviles	Control de un proceso con datos variables que no pueden ser muestreados en lotes o grupos.	

Elaboración: Muyulema (2017)

Tabla N° 7. Cartas de control por atributos

CARTA	DESCRIPCIÓN	CAMPO DE APLICACIÓN.	GRAFICO
$p$	Proporción	Control del porcentaje de unidades defectuosas.	

<b>np</b>	Número de defectuosos	Control del número de piezas defectuosas.	
<b>c</b>	Defectos	Control de número global de defectos por unidad.	
<b>u</b>	Promedio de defectos por unidad	Control del promedio de defectos por unidad.	

**Elaboración:** Muyulema (2017)

### ***El análisis multivariante***

El análisis multivariante (AM) es el conjunto de métodos estadísticos cuyo propósito es analizar simultáneamente conjuntos de datos multivariantes en el sentido de que hay diversas variables medidas para cada individuo u objeto estudiado (Moreno, 2005). El análisis multivariante es la parte de la estadística y del análisis de datos que estudia, experimenta, analiza, representa e interpreta los datos que resultan de observar una variable estadística sobre una muestra de individuos (Vertel, Cepeda, y Lugo, 2014).

Según los autores Giraud y Morantes (2017) su razón de ser radica en un mejor entendimiento del fenómeno objeto de estudio adquiriendo información que los métodos estadísticos univariantes y bivariantes son incapaces de conseguir. Las variables observables son homogéneas y correlacionadas, sin que alguna predomine sobre las demás (Humberto, Arriola, y Kuc, 2013). La información estadística en AM es de carácter multidimensional, por lo tanto la geometría, el cálculo matricial y las distribuciones multivariantes juegan un papel imprescindible.

Los métodos estadísticos multivariantes y el análisis multivariante son herramientas estadísticas que estudian y analizan el comportamiento de tres o más variables al mismo tiempo. Se usan principalmente para buscar las variables menos representativas para

poder eliminarlas, simplificando así modelos estadísticos en los que el número de variables sea un problema, obtenidos para comprender la relación entre varios grupos de variables (Grisales, 2006). Algunos de los métodos más conocidos y utilizados son la Regresión lineal y el Análisis discriminante (Gutiérrez, 2009).

Existen diferentes métodos y modelos cada uno con su tipo de análisis:

Tabla N° 8. Métodos estadísticos multivariantes

Nº.	MÉTODOS	MODELOS	TIPO DE ANÁLISIS
1	Metodos de dependencia	Dependiente de métrica	Análisis de regresión
			Análisis de supervivencia
			MANOVA
		Dependiente de No Métrica	Correlación Canónica
			Análisis Discriminante
			Regresión Logística
2	Metodo de Interdependencia	Datos Métricos	Análisis Conjunt
			A. Comp. Principales
			Análisis Factorial
		Datos No Métricos	Escalas Multidimensionales
			Análisis Cluster
			Análisis de Correspondencias
3	Metodos Estructurales	Suponen dos grupos: variables dependientes y independientes.	Modelos log-lineales
			Escalas Multidimensionales
			Análisis Cluster
			Análisis de la relación entre variables

**Elaboración:** Muyulema (2017)

Con base en lo expuesto se puede decir que el análisis multivariado comprende un grupo de técnicas estadísticas sobre una muestra de unidades de observación, en las cuales se analiza la aleatoriedad de múltiples variables al mismo tiempo.

#### 2.2.4 Balanced Scorecard

La metodología Balanced Scorecard fue desarrollada por los profesores David Norton y Robert Kaplan después de realizar un estudio minucioso en varias empresas norteamericanas, a principios de los años 90, en el cual se ponía de manifiesto que los cuadros de mando utilizados para su gestión contenían sobre todo indicadores netamente financieros. (Orgalla, 2005)

El Balanced Scorecard fue la respuesta de David Norton y Robert Kaplan a la necesidad de ampliar la visión de los sistemas de control a partir de una perspectiva interna y financiera a una perspectiva equilibrada en varios sentidos: información financiera y no financiera, información interna e externa, información sobre los resultados actuales y los futuros (Chase, Aquilano, y Jacobs, 2000). A partir de 1992, el BSC ha tenido mucha aceptación en las empresas de todo el mundo, sobre todo en Europa, Asia, Estados Unidos entre otras regiones. Dicho modelo contempla una metodología que incluye la integración de toda la empresa para cumplir con su misión, visión y los objetivos planteados al elaborar su plan estratégico (Zamora y Eguía, 2015).

General Electric y Citibank son de las empresas que fueron pioneras en la construcción de modelos de seguimiento y control de objetivos basados en indicadores (Aguayo, 2004). BSC indudablemente recoge la idea de usar indicadores para evaluar la estrategia, pero agrega, además, otras características que lo hacen diferente y más interesante, y le han permitido evolucionar desde su propia e inicial definición en 1992 (Morales y Pinilla, 2007). El BSC disminuye la posibilidad de error de una persona, ya que los indicadores son definidos por un conjunto multidisciplinario de sujetos que no da opción a seleccionar o no seleccionar algunos de ellos, simplemente si está dentro de los indicadores es porque es relevante en algún punto para la implantación de la estrategia o el seguimiento de la misma (Alveiro, 2011).

En el BSC es indispensable primeramente definir el modelo de negocio del cual se desprenderán los indicadores de acción y de resultados, que reflejarán las interrelaciones entre los diferentes componentes de la empresa. Una vez construido, los directivos utilizan este modelo como mapa para seleccionar los indicadores del BSC. (Kaplan y Norton, 2009). Es una sigla que se traduce al español como “Indicadores Balanceados de Desempeño” (Arias, Castaño, y Lanzas, 2005). Esta metodología deriva de la gestión estratégica de empresas y presupone una elección de objetivos e indicadores que no deben ser exclusivos sólo al área financiera.

En consecuencia según lo indica Zamora y Eguía (2015) el Balanced Scorecard (BSC) es un modelo de gestión que permite a las empresas desarrollar las etapas del proceso administrativo en forma alineada y congruente al plan estratégico implantado por la organización, involucrando los activos tangibles e intangibles y así lograr la efectividad de los recursos y de los objetivos estratégicos. Apoyándose de la implementación de

indicadores de desempeño para llevar a cabo la etapa o fase de control, hacia realizar acciones preventivas y correctivas; mejorar el rendimiento de los accionistas mediante la implementación de cuatro perspectivas: la financiera, la de clientes, la de procesos internos y la de innovación y aprendizaje. Niven (2003) comenta que ayuda a las empresas a superar dos cuestiones: la medición eficaz del trabajo que ejecuta la empresa y la puesta en marcha de la implementación de la estrategia, siendo una herramienta que puede sobresalir de los obstáculos relacionados con las medidas financieras y la ejecución de un estrategia.

De acuerdo a las definiciones citadas se puede concluir que el Balanced Scorecard o más bien conocido como Cuadro de Mando Integral es un parte de la gestión empresarial, que tiene como finalidad apoyar a las organizaciones a transformar sus estrategias en objetivos, identificando un aserie de predictores a la perspectiva financiera, del cliente, proceso interno y los recursos de la organización se encuentren alineados.

Gráfico N° 7. Balanced Scorecard como dirección estratégica enfocada a la creación de valor



Fuente: Baraybar (2010, p. 11)

Autores como Chase, Aquilano, y Jacobs, (2000) indican que las perspectivas del Balanced Scorecard o Cuadro de Mando Integral enmarcan los objetivos estratégicos, indicadores y las metas, así como los proyectos estratégicos, el modelo define cuatro perspectivas de manera general, las cuales son suficientes y válidas para la mayoría de las organizaciones, a continuación, se representan:

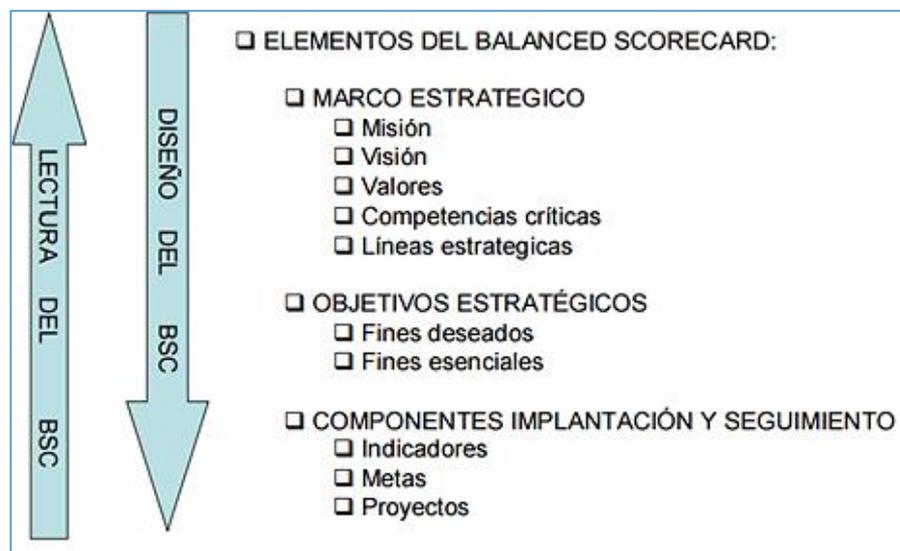
Gráfico N° 8. Perspectivas del Balanced Scorecard



Fuente: Baraybar (2010, p. 19)

La metodología facilita el conocimiento, comprensión y entendimiento de los objetivos estratégicos de la organización, promoviendo información oportuna, confiable, que otorgan los sistemas de información del Balanced Scorecard (Alveiro, 2011). Dichos sistemas permiten visualizar los resultados de los indicadores, ya que son constituidos en representación visual (Kaplan y Norton, 2009). Para determinar la valuación de los indicadores, se necesita que la información sea confiable, veraz, oportuna y otorgada por toda la organización.

Gráfico N° 9. Elementos del Balanced Scorecard



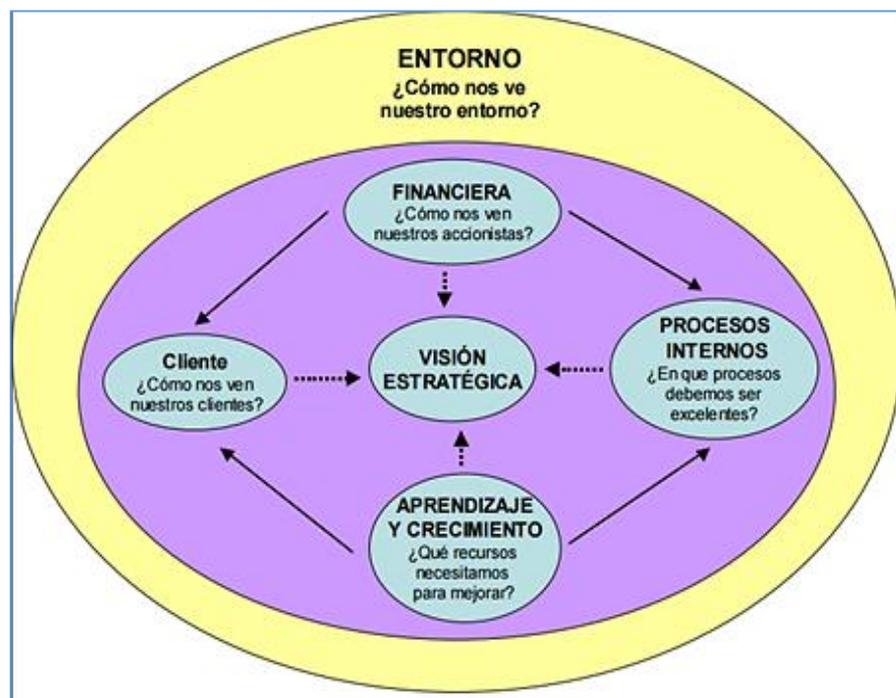
Fuente: Kaplan y Norton (2004)

En entornos altamente estables, este marco estratégico permanece estable y por tanto el Balanced Scorecard continúa inalterado o su riesgo de alteración es despreciable. Pero, cada vez más las empresas actúan en entornos que no son tan estables (Silva, 2014). En

estos casos, no se recomienda un continuo cambio del marco estratégico, ya que sería como un navío que cambia consecutivamente de rumbo y el resultado no sería bueno. Pero, sí debería beneficiarse la empresa de unos indicadores que le permitan conocer su grado de alineación con el entorno, para conocer los riesgos a los que se enfrenta ese marco estratégico en concreto (Díaz y Martín, 2004). Del mismo modo se debe tomar una serie de medidas que le acerquen más al entorno inalterado.

En este sentido según Alles (2008) una estrategia que no está alineada con el entorno, es una estrategia que a medio plazo fracasará. Por ello, sería útil crear unos indicadores que evalúen si nuestro marco estratégico va a favor del entorno y qué medidas tomamos para garantizar que esto sea así. En caso de alarmas graves, conviene replantear el marco estratégico y por tanto todo el cuadro de mando integral (Kaplan y Norton, 2004).

Gráfico N° 10. Entorno del Balanced Scorecard



Fuente: Kaplan y Norton (2004, pág. 38)

En este sentido basado en lo antes expuesto se puede decir que para que el gestor de la organización pueda estimar la adecuación de su estrategia (mapa estratégico) con el entorno podemos crear una quinta perspectiva dentro del modelo del Balanced Scorecard. La perspectiva del entorno. Se podría crear un cuadro distinto del Balanced Scorecard, para analizar este efecto, pero es más útil integrarlo dentro de este modelo. De esta forma, el gestor de la organización podrá, como primera medida, analizar la validez del marco estratégico y por tanto del propio Balanced Scorecard.

## *Mapas estratégicos*

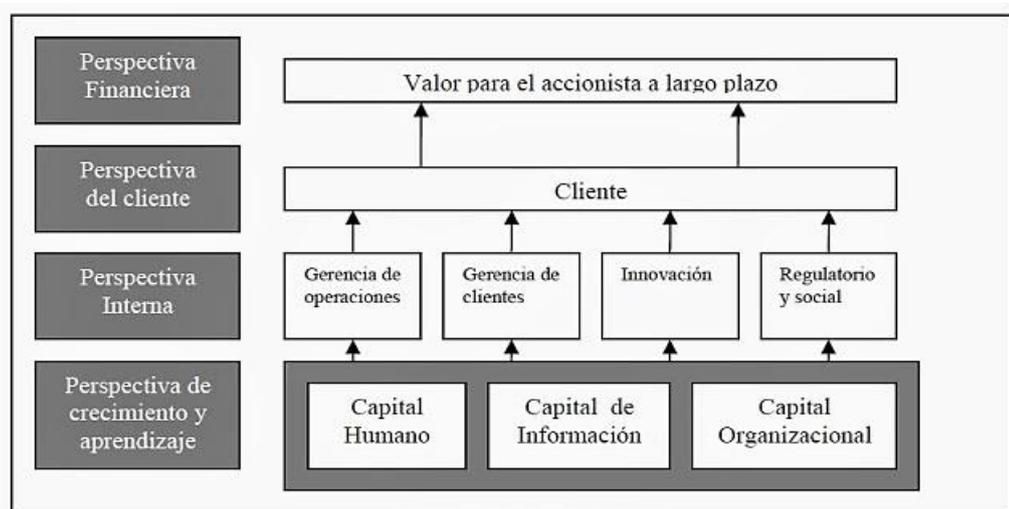
Según Silva (2014) llamamos mapas estratégicos al conjunto de objetivos estratégicos que se conectan a través de relaciones casuales. En este sentido se puede decir que el mapa de estrategias ofrece un marco de referencia visual de la estrategia de la empresa, es decir, de cómo se pretende crear valor (Anda, 2004). En la misma línea Kaplan y Norton (2004) mencionan que son el aporte conceptual más importante del Balanced Scorecard, ayudan a entender la coherencia entre los objetivos estratégicos y permiten visualizar de manera sencilla y muy gráfica la estrategia de la empresa.

Cada empresa cuenta con una estrategia a través de la cual pretende crear valor en beneficio de sus clientes, accionistas o interesados (Saiz y Mendoza, 2015). Así pues, concurren muchas propuestas acerca de cuál es el mejor modo de describir y afinar la estrategia con el fin de aumentar la creación de valor. Según Alveiro (2011) entre estas está el llamado “Balanced Scorecard” (conocido como cuadro de mando o tablero de comando), según el cual la capacidad de una organización para crear valor en el futuro estará en función de los siguientes cuatro factores o perspectivas:

1. *La perspectiva financiera:* qué resultados financieros se demandan para que los accionistas consideren que la gestión es exitosa. Es preciso mantener un balance entre las inversiones destinadas a un crecimiento a largo plazo y los recortes de costos con objetivos a resultados inmediatos.
2. *La perspectiva del cliente:* qué tan definida y específica es la propuesta de valor que la organización le está ofreciendo al cliente. En la práctica, existen cuatro tipos de propuestas de valor:
  - a. Costos más bajos.
  - b. Mejores productos o servicios.
  - c. Ofrecer soluciones completas al cliente.
  - d. Atrapar al cliente de modo que le sea difícil cambiar de proveedor
3. *La perspectiva interna:* los diversos procesos internos a través de los cuales los productos y servicios son preparados y enviados al cliente. Estos pueden ser agrupados en:
  - a. Administración de operaciones: producción y envío.

- b. Relación con el cliente.
  - c. Innovación: productos/servicios de nueva generación.
  - d. Regulaciones y relaciones: acatar la ley.
4. *La perspectiva del crecimiento y el aprendizaje:* cómo mejorar los bienes intangibles de manera que generen mayor valor en el futuro. Los bienes intangibles pueden ser clasificados en:
- a. Capital humano: la gente con la cual contamos.
  - b. Capital informativo: la información con la que contamos
  - c. Capital organizacional: los procedimientos con los que contamos.

Gráfico N° 11. Mapa estratégico



Fuente: (Kaplan y Norton, 2004).

En esta sentido se debe tener en cuenta que las funciones de una organización no las puede ejecutar una sola persona, sino que demanda de todo un equipo capacitado, los esquemas esbozados no pretenden ser guías de control sino referentes para las labores de control en función de la estrategia y la estructura de la organización, otorgando al sistema de información, elementos de análisis cuantitativo y cualitativo, elementos financieros y no financieros, resumidos todos en los llamados factores formales y no formales del control.

### 2.2.5 Industria avícola

La avicultura se remonta a la época prehistórica (25 siglos A.C), en el Lejano Oriente. Donde se dan los primeros reportes es en China y Egipto, explotándose de forma

rudimentaria. Gracias al crecimiento de la población y a las necesidades de alimento, empieza a tomar importancia, adaptándose sus hábitos de vida a las formas de refugio y alimentación que el hombre les proporciona. Los primeros animales domesticados eran pequeños y poco productores. A medida que el hombre los fue cruzando y seleccionando mejoraron el tamaño y la producción hasta el siglo XIX empieza a desarrollarse en forma comercial en el mundo (Ardón, 2016).

Esta actividad llega a América con el primero y segundo viaje de Colón. Llegando a Colombia por la Costa Atlántica en la época de la Conquista Española, desarrollándose en forma lenta y de carácter familiar y campesino en 1920 y 1940 se realizan las primeras importaciones (pequeños lotes de aves, equipo y alimento). Desde entonces hasta la actualidad la industria avícola ha tenido avances tecnológicos a través del tiempo provocando que las aves sean más productivas. Ejemplo de ello es el mejoramiento genético además del control sanitario y manejo (Mountney y Parknurst, 1995).

Al hablar del Ecuador, es importante resaltar sus particularidades, partiendo por ser uno de los países más pequeños de Latinoamérica, con sus 283.560 kilómetros cuadrados, representan aproximadamente el 1,6% de toda Sudamérica, sin embargo, es el que tiene mayor biodiversidad por metro cuadrado. Limita al norte con Colombia, al sur y al este con Perú, y al oeste con el Océano Pacífico. Tiene dos regiones claramente establecidas, una región insular muy conocida por el nombre de “Islas Galápagos” y otra región continental, la misma que se divide en tres subregiones: costa (región litoral), sierra y oriente (región amazónica); estas circunstancias le permiten al Ecuador ser una nación rica en su biodiversidad.

Según Salán (2014) como actividad comercial en el Ecuador, la avicultura se establece en la década de los 60, presentándose cambios importantes en otros sectores de la economía como: agricultura, industria y servicios. A partir de aquí se da el desarrollo de instituciones públicas y privadas relacionadas con el movimiento y avance de la avicultura, de forma paralela al crecimiento de la producción de carne y huevo en el país.

En general, la industria avícola ecuatoriana se conforma por una cadena de eslabones que inicia en el cultivo y comercialización de materias primas como el maíz, el sorgo y la soya principalmente; seguido de la producción de alimento balanceado, la crianza de aves, el procesamiento, la distribución, el transporte, la comercialización, el valor agregado y

la exportación; dentro de cada uno de estos segmentos existen varios círculos humanos, tales como mayoristas, compañías comercializadoras, intermediarios, importadores, exportadores, almaceneras y alrededor de esto existen varios servicios, tales como financieros, proveedores de insumos, asesoría técnica e investigativa, quienes, directa o indirectamente dependen de esta actividad (AGROCALIDAD, 2013).

Según datos de CONAVE (2016) el sector avícola en Ecuador genera en la actualidad 25.000 empleos directos. Pero para considerar el impacto real de la industria avícola se debe tomar en cuenta toda la cadena productiva que depende de la misma, por lo que deben sumarse los empleos generados en el cultivo de maíz, elaboración de balanceados, producción avícola, distribución y venta de productos finales.

La industria avícola en la provincia de Chimborazo es una de las actividades económicas que más aporta a la economía local, además de que provee al Ecuador de 225 millones de pollos anualmente (Jimenes y Pacheco, 2016). La falta de gestión para el manejo de recursos en el sector es una de las debilidades de los medianos y pequeños planteles avícolas, a diario se puede constatar que la toma de decisiones en dicho sector se consideran en base a la experiencia de sus propietarios, pero no se considera factores importantes como la conservación del medio ambiente y el beneficio en cuanto a su desarrollo sostenible que este representa (AFABA, 2017).

## **2.3 Hipótesis**

La Medición del Desempeño Global Corporativo, a través de la Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard, para la industria avícola de la provincia de Chimborazo, incide significativamente en la determinación de herramientas para evaluar la gestión.

## **2.4 Señalamiento de variables**

### **2.4.1 Variable Independiente**

- Medición del Desempeño Global Corporativo

#### **2.4.2 Variable Dependiente**

- Herramientas para evaluar la gestión.

#### **2.4.3 Término de Relación**

- Integración

## **CAPÍTULO III:**

### **3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Enfoque**

El presente trabajo de investigación se halla enmarcada dentro del enfoque mixto, el cual de acuerdo con Hernández, Fernández, y Baptista (2006) es un proceso que recolecta analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema.

En efecto, con este análisis, la investigación emplea un enfoque predominantemente cualitativo por tal razón su propósito primordial consiste en analizar la problemática tal y como la reflejan las entidades implicados en su contexto (enfoque cualitativo) mediante la utilización de instrumentos cuantitativos de medición y técnicas de análisis estadístico (enfoque cuantitativo).

En tal forma que, el investigador pueda involucrarse con los sujetos de estudio de forma individual mediante la aplicación de mecanismos cuantitativos, adquiriendo información de campo que, después de ser estudiada, permita generar conclusiones encaminadas a obtener un diagnóstico amplio que refleje el problema y permita aceptar o rechazar la hipótesis planteada.

De acuerdo con Álvarez (2012) la investigación de campo se exterioriza mediante la manipulación de una variable externa no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o porque causas se origina una situación o acontecimiento particular; en otras palabras, es aquella que combina el contacto directo del investigador con los sujetos involucrados a fin de obtener información relevante sobre la problemática.

En este caso, de investigación se ha procedido a interactuar con los administradores y/o propietarios de las granjas avícolas que funcionan en la de la provincia de Chimborazo, de manera que se conviertan en fuente de información directa respecto a los niveles de competitividad en dichas entidades.

En este sentido para la ejecución de la presente investigación utilizó las siguientes modalidades:

- **Investigación de Campo**

La investigación de campo es acorde para este estudio debido a que se la realiza en el lugar de los hechos donde acontece el fenómeno. Conforme lo expresado, para el presente estudio se ha optado por el uso de un *Checklist* de cumplimiento basado en los puntos de la Norma ISO 9001: 2015, previamente estructurado con opciones de cumplimiento, cumplimiento parcial y no cumplimiento, las cuales relacionan a las variables en estudio como: definición políticas, objetivos, criterios para evaluación y manejo de documentación obligatoria y no obligatoria, etc. De esta manera se ha logrado recabar información que ha facilitado la comprobación de hipótesis y la formulación de conclusiones y recomendaciones.

- **Investigación Bibliográfica o Documental**

Según los autores Herrera, Medina, y Naranjo (2010) la investigación documental emplea registros gráficos y sonoros como fuentes de información. Indudablemente, el objetivo de este tipo de investigación reside fundamentalmente en la recopilación de las fuentes de información que alcancen aportar información sobre la realidad estudiada.

Para el caso del presente proyecto, la investigación bibliográfica se ha desarrollado mediante la revisión de toda la información secundaria que pueda aportar de manera explícita a la problemática, es decir, la lectura de libros, folletos, revistas, investigación e internet, referente al diseño de un modelo de medición del desempeño global corporativo, a través de la integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard; las cuales permitirán obtener mayor conocimiento acerca del problema objeto de estudio.

### **3.2 Tipos de investigación**

En la investigación se manejó tres tipos de investigación, primero el nivel exploratorio que permite conocer las características actuales del problema para determinar si es factible o no solucionarse; luego se pasó al nivel descriptivo para analizar el problema, estableciendo sus causas y consecuencias, así como las dificultades por las que está atravesando la industria avícola de la provincia de Chimborazo; finalmente se optó por el nivel correlacional, donde se consiguió a establecer la relación de una variable con la otra y la incidencia que tiene en la solución del problema.

### 3.3 Población y muestra

#### 3.3.1 Población

Para efectos de la presente investigación, la población está constituida por las granjas avícolas de la provincia de Chimborazo.

Tabla N° 9. Población

GRANJAS AVÍCOLAS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO (CANTONES)		FRECUENCIA	%
1	Cantón Riobamba	4	8%
2	Cantón Alausí	2	4%
3	Cantón Chambo.	2	4%
4	Cantón Chunchi.	1	2%
5	Cantón Colta.	2	4%
6	Cantón Cumandá	8	15%
7	Cantón Guamote	1	2%
8	Cantón Guano	2	4%
9	Cantón Pallatanga	30	57%
10	Cantón Penipe	1	2%
<b>TOTAL</b>		<b>53</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** MAGAP - Registro Avícola en Chimborazo  
**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

En complemento, se puede afirmar que, para el desarrollo del trabajo de investigación, se contará con una población de tipo finita puesto que se conoce con certeza el número de elementos que fueron objeto de estudio.

#### 3.3.2 Muestra

La muestra estimada para la investigación es la población en su totalidad debido a que su tamaño no es significativo.

### 3.4 Operacionalización de Variables

Tamayo (2001) manifiesta que la operacionalización de variables es un aspecto o dimensión de un fenómeno que tiene como característica la capacidad de asumir distintos valores, ya sea cuantitativa o cualitativamente. Indudablemente, identificar las variables de manera explícita es muy importante para el desarrollo del proyecto porque a partir de éstas se tiene el esquema sobre el cual el investigador podrá realizar la investigación de campo y posteriormente el análisis e interpretación de los datos.

Tabla N° 10. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	LO ABSTRACTO		LO OPERATIVO-TANGIBLE		
	CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<b>Variable Independiente</b>	<p><b><u>Medición del Desempeño Global Corporativo.</u></b></p> <p>Método estratégico para articular la búsqueda de competitividad de las empresas y la satisfacción de necesidades de desarrollo de las personas, con base en las competencias y potencial de sus trabajadores, basado en dimensiones de desempeño cuantitativo y cualitativo, elementos financieros y no financieros, resumidos todos en los llamados factores formales y no formales del control (Leyva, De Miguel, y Pérez, 2016)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Método estratégico.</li> <li>Competitividad</li> <li>Dimensiones de desempeño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reciprocidad</li> <li>Compromiso Organizacional</li> <li>Participación</li> <li>Proceso de producción</li> <li>Procesamiento de ordenes</li> <li>Inventarios</li> <li>Almacenamiento</li> <li>Eficiencia</li> <li>Eficacia</li> <li>Efectividad</li> </ul>	<p><i>Checklist ISO 9001: 2015</i></p>	<p>Cuestionario</p>
<b>Variable Dependiente</b>	<p><b><u>Herramientas para evaluar la gestión.</u></b></p> <p>Es el camino que nos lleva hacia principios de calidad, crea una nueva cultura, establece y mantiene un liderazgo, desarrolla al personal y lo hace trabajar en equipo, además de enfocar los esfuerzos de calidad total hacia el cliente y a planificar cada uno de los pasos para lograr la excelencia en sus operaciones. El hacer esto exige vencer obstáculos que se irán presentando a lo largo del camino. Para esto es necesario basarse en hechos, en el sentido común, en la experiencia o la audacia. De allí surge la necesidad de aplicar herramientas de medición, análisis y resolución de problemas y de grupo o creatividad de fácil comprensión. (Garza, González, y Rodríguez, 2016)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad</li> <li>Excelencia en Operaciones</li> <li>Herramienta de Medición</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liderazgo</li> <li>Desarrollo Personal</li> <li>Trabajo en Equipo</li> <li>Planificación</li> <li>Ventajas Competitivas</li> <li>Procesos Correctos</li> <li>Capital humano</li> <li>Máquinas y equipos</li> <li>Materias e insumos</li> <li>Información</li> </ul>	<p><i>Checklist ISO 9001: 2015</i></p>	<p>Cuestionario</p>

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

### 3.5 Recolección de Información

Metodológicamente, para Herrera, Medina, y Naranjo (2010) la construcción de la información se opera en dos fases: plan para la recolección de información y plan para el procesamiento de información.

#### 3.5.1 Plan para la recolección de información

Comprende el conjunto de elementos y estrategias a emplearse durante el proceso de recolección de datos relevantes para la verificación de hipótesis de acuerdo con el enfoque escogido.

El recolección de la información partió desde el diseño de técnica a utilizar que en este fue un *Checklist* de cumplimiento basado en los puntos de la Norma ISO 9001: 2015, el cual fue aplicado exclusivamente por el investigador durante los meses de junio – agosto del año 2017, a los gerentes o administradores de las granjas avícolas de la provincia de Chimborazo, pues al ser quienes mejor conocen la situación de dichas empresas, constituyeron una fuente válida de información.

En este contexto, el plan para la presente investigación respondió a las siguientes preguntas:

Tabla N° 11. Plan para la recolección de información

#	PREGUNTAS	EXPLICACIÓN
1	¿Para qué?	Determinar si la Medición del Desempeño Global Corporativo, a través de la Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard, para la industria avícola de la provincia de Chimborazo, incide significativamente en la determinación de herramientas para evaluar la gestión.
2	¿De qué personas u objetos?	Los elementos que han servido como fuente de recolección de datos son las granjas avícolas de la provincia de Chimborazo.
3	¿Sobre qué aspectos?	Sobre la Medición del Desempeño Global Corporativo y su relación con los índices de competitividad empresarial que presentan en la actualidad.
4	¿Quién o quiénes?	Exclusiva del investigador puesto que no se consideró necesaria la intervención de un mayor número de colaboradores.
5	¿A quiénes?	Los individuos que proporcionaron la información fueron los gerentes o administradores de las granjas avícolas de la provincia de Chimborazo, pues al ser quienes mejor conocen la situación de dichas empresas, constituyeron una fuente válida de información.

6	¿Cuándo?	El desarrollo del trabajo de campo se realizó durante los meses de junio – agosto del año 2017.
7	¿Dónde?	El lugar seleccionado para la aplicación de las técnicas e instrumentos de recolección de datos fue la provincia de Chimborazo.
8	¿Cuántas veces?	La técnica de recolección de información ha sido aplicada por una sola vez.
9	¿Cómo?	La técnica principal utilizada para obtener información fue un <i>Checklist</i> .

Elaborado Por: Muyulema (2017)

### 3.6 Procesamiento y Análisis de la Información

#### 3.6.1 Plan de procesamiento de información

Para Bernal (2010) para procesar la información recolectada se lo realizará de forma sistemática y rigurosa, y para ello, en la actualidad, se cuenta con gran diversidad de herramientas estadísticas pero su utilización depende de una adecuada selección, según las particularidades de cada proyecto de investigación. Por tanto, se puede decir que este paso constituye una parte importante en el proceso investigativo, puesto que la cuantificación y tratamiento estadístico de datos facilita la determinación de conclusiones y recomendaciones en relación a la hipótesis planteada.

Para el caso del presente estudio, el procesamiento de datos comprendió:

- a). Revisión crítica de la información recogida, es decir limpieza de información defectuosa: contradictoria, incompleta, no pertinente, etc.
- b). Repetición de la recolección, en ciertos casos individuales, para corregir fallas de contestación.
- c). Tabulación o cuadros según variables de cada hipótesis, que incluye el manejo de información, y estudio estadístico de datos para presentación de resultados.

En lo referente a la presentación de datos, ésta se efectuó mediante tres procedimientos diferentes:

- a). Representación Escrita: Se aplicó cuando los datos no eran numerosos.
- b). Representación Tabular: Se empleó cuando los datos numéricos requirieron ser ordenados en filas y columnas, para una mejor comprensión

- c). Representación Gráfica: facilitó la presentación de la información recopilada en una forma comparativa, sencilla y entendible para el lector.

Cabe mencionar que tanto la tabulación de los datos como la representación de resultados, fue realizada mediante el programa Microsoft Excel con opciones de cumplimiento, cumplimiento parcial y no cumplimiento de los puntos de la norma ISO 9001:2015, el cual permitió cuantificar de una manera más rápida y efectiva la información obtenida por medio de la aplicación de fórmulas propias del programa.

### **3.6.2 Plan de análisis e interpretación de resultados**

El objetivo primordial del plan de análisis es resumir las observaciones que se llevaron a cabo y buscar si responden a las interrogantes planteadas en el trabajo o investigación (Romero, 2012).

Esta sección abarcó los siguientes aspectos:

- a). Análisis de los resultados estadísticos recogidos con el *Checklist* de cumplimiento basado en los puntos de la Norma ISO 9001: 2015, enfatizando el aspecto de tendencias o relaciones de acuerdo con los objetivos e hipótesis.
- b). Interpretación de los resultados, refiriéndose a lo consultado ya en el marco teórico, en los aspectos pertinentes.
- c). Comprobación de hipótesis. Para ello se aplicará el método estadístico basado en diseño de experimentos que va acorde a la metodología seleccionada, mediante un análisis de varianza ANOVA para la determinación de  $F_o$  calculado.
- d). Establecimiento de conclusiones y recomendaciones. Las conclusiones establecidas son el resultado del cumplimiento de los objetivos específicos; mientras que, las recomendaciones se provendrán a su vez de las conclusiones que se establecerán en el presente trabajo.
- e). Una vez que se interprete resultados, se procederá al análisis general de la información obtenida para identificar los verdaderos motivos y causas que originaron el problema.

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Análisis de los resultados

Una vez que se ha definido la población a la que se dirige el estudio, se procesan los datos derivados, mediante el uso de hojas de cálculo en Microsoft Excel, mismos que son interpretados mediante tablas consolidadas porcentualmente, en tanto que su representación gráfica se realiza en estadígrafos con etiquetas de sus valores.

Para identificar el nivel de desempeño global corporativo en la industria avícola de la provincia de Chimborazo, se utilizó un *Checklist* de cumplimiento basado en los puntos de la Norma ISO 9001: 2015, que es un estándar internacional de carácter certificable que regula los sistemas de gestión de la calidad, el cual logra combinar el enfoque de procesos con el pensamiento basado en riesgos en todos los niveles de las empresas evaluadas. (Ver Anexo 1)

El nivel de referencia tomado para medir el nivel de desempeño global corporativo en la industria avícola de la provincia de Chimborazo mediante un *Checklist*, se optó por tres criterios que son:

C = Cumplimiento

CP= Cumplimiento Parcial

NC= No Cumplimiento

Posteriormente se desarrolla el análisis por cada una de las preguntas que componen el *Checklist* ISO 9001: 2015, tomando en cuenta la proporción de los resultados respecto de la totalidad, en tal sentido, el cuestionario se divide en cuatro grupos correspondientes a: documentos obligatorios, registros obligatorios, registros no obligatorios, documentos no obligatorios que enfocan su contenido, a la variable independiente, y dependiente.

Por agentes externos se logró realizar el *Checklist* a 50 empresas avícolas de la provincia de Chimborazo. Los resultados de la tabulación desarrollada permitieron determinar y calcular la hipótesis planteada, es decir, establece matemática y probabilísticamente la validez del estudio realizado, como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla N° 12. Cumplimiento de la documentación básica de la norma ISO 9001:2015

CUMPLIMIENTO DE LA DOCUMENTACIÓN BÁSICA DE LA NORMA ISO 9001: 20015.  
Industria Avícola de la provincia de Chimborazo

REQUISITOS DE LA NORMA	No.	DOCUMENTACION DE LA NORMA ISO (PROCEDIMIENTO, REGISTRO)	1		2					
			C	CP	NC	C	CP	NC		
6σ	1	4.3	Alcance del Sistema de Gestión de Calidad	1				1		
6σ & BSC	2	5.2	Política de Calidad		1			1		
6σ & BSC	3	6.2	Objetivos de calidad		1			1		
6σ & BSC	4	8.4.1	Criterios para la evaluación y selección de proveedores			1				1
Documentos obligatorios				1	2	1	0	3	1	
6σ & BSC	5	7.1.5.1	Registros de monitorización y medición de equipamiento y calibración.		1			1		
6σ	6	8.3.2	Registros sobre la revisión de las salidas en diseño y desarrollo.			1				1
6σ	7	8.3.3	Registros sobre las entradas en diseño y desarrollo.		1			1		
6σ	8	8.3.4	Registros de controles de diseño y desarrollo.		1			1		
6σ	9	8.3.5	Registros de salidas en diseño y desarrollo.			1				1
6σ	10	8.3.6	Registros de cambios en el diseño y desarrollo.		1			1		
Registros obligatorios				0	4	2	0	4	2	
6σ & BSC	11	7.2	Registros de formación, cualidades, competencias, experiencia y cualificaciones.	1			1			
6σ & BSC	12	8.2.3.2	Registros de revisión de requerimientos de productos/servicios.		1			1		
6σ & BSC	13	8.5.1	Características del producto que es producido y el servicio proporcionado.			1				1
6σ	14	8.5.3	Registros de propiedad del cliente.		1			1		
6σ	15	8.5.6	Registros de control de cambios en Producción/provisión del servicio.		1			1		
6σ & BSC	16	8.6	Registro de conformidad de producto/servicio con el criterio de aceptación.			1				1
6σ	17	8.7.2	Registro de productos no conformes.		1			1		
6σ & BSC	18	9.1.1	Resultados de monitorización y medición.		1			1		
6σ	19	9.2	Resultados de auditorías internas.		1			1		
6σ & BSC	20	9.3	Resultados de la revisión por la dirección			1				1
6σ & BSC	21	10.1	Resultados de acciones correctivas		1			1		
Registros no obligatorios				1	7	3	1	7	3	
6σ & BSC	22	4.1 & 4.2	Procedimiento para la determinación del contexto de la organización y las partes interesadas	1			1			
6σ & BSC	23	6.1	Procedimiento para tratar o abordar el riesgo y oportunidades.		1			1		
6σ & BSC	24	7.1.2 & 7.2 & 7.3	Procedimiento para la competencia, la capacitación y la concienciación.		1		1			1
6σ & BSC	25	7.1.5	Procedimiento para el mantenimiento del equipamiento y la medición del equipamiento.			1				1
6σ & BSC	26	7.5	Procedimiento para el control de registros y documentos.		1			1		
6σ & BSC	27	8.2	Procedimiento de ventas		1			1		
6σ	28	8.3	Procedimiento para el diseño y desarrollo		1			1		
6σ & BSC	29	8.5	Procedimiento para producción y provisión del servicio			1				1
6σ & BSC	30	8.5.4	Procedimiento de almacenamiento		1			1		
6σ & BSC	31	8.7 & 10.2	Procedimiento para la gestión de no conformidades y acciones correctivas			1				1
6σ & BSC	32	9.1.2	Procedimiento para la monitorización de la satisfacción del cliente.		1			1		
6σ	33	9.2	Procedimiento para la auditoría interna		1			1		
6σ & BSC	34	9.3	Procedimiento para la revisión por dirección		1			1		
Documentos no obligatorios				1	11	4	1	11	4	

Fuente: Norma ISO 9001:2015

Elaborado Por: Muyulema (2017)

Para su posterior análisis se plantea una división de los puntos de la norma en: documentos y registros obligatorios y no obligatorios, para posteriormente ser considerados como sus subtratamientos al aplicar herramientas estadísticas de diseño experimental con un solo factor utilizando el análisis del modelo con efecto fijo.

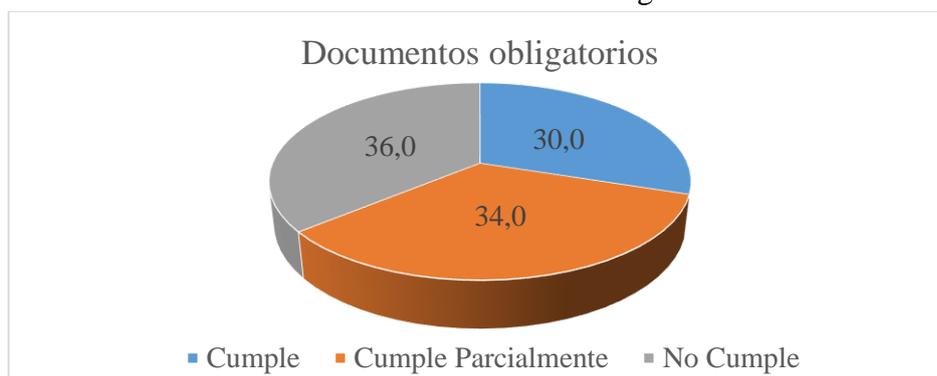
Tabla N° 13. Matriz general de contingencias

DOCUMENTOS Y REGISTROS REQUERIDOS POR LA ISO 9001:2015	C	CP	NC	TOTAL
Documentos obligatorios	60	68	72	200
Registros obligatorios	76	95	129	300
Registros no obligatorios	178	170	202	550
Documentos no obligatorios	235	294	271	800
<b>TOTAL</b>	<b>549</b>	<b>627</b>	<b>674</b>	<b>1850</b>

**Fuente:** Checklist ISO 9001: 2015 (Ver Anexo 1)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Gráfico N° 12. Documentos obligatorios

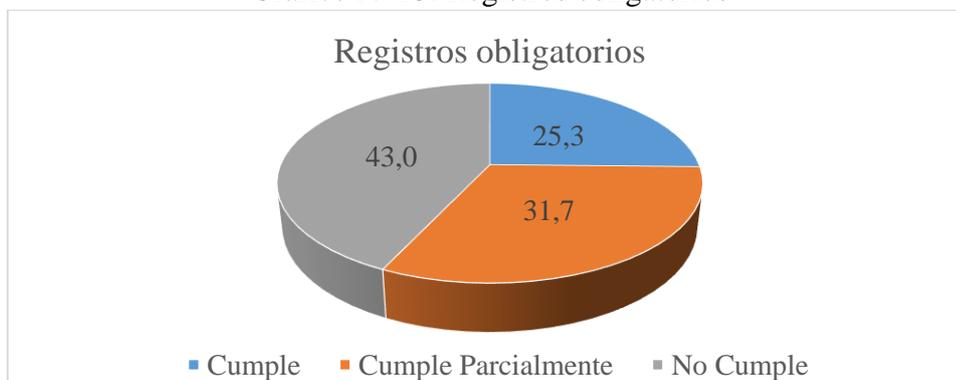


**Fuente:** Tabla N°.13. Matriz general de contingencias

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

**Análisis:** Los requisitos de la ISO 9001:2015, que radican como documentos obligatorios; existe un 30% de estos cumplen con la documentación adecuada en la industria avícola, y un 34% cumple parcialmente con la documentación mencionada, y un 36% no cumple con documentos obligatorios. Lo que significa que las entidades en su mayoría carecen de documentación necesaria para un control adecuado dentro de su producción habitual, ocasionando una ineficaz gestión, pérdida de tiempo generando gastos innecesarios que restan competitividad.

Gráfico N° 13. Registros obligatorios



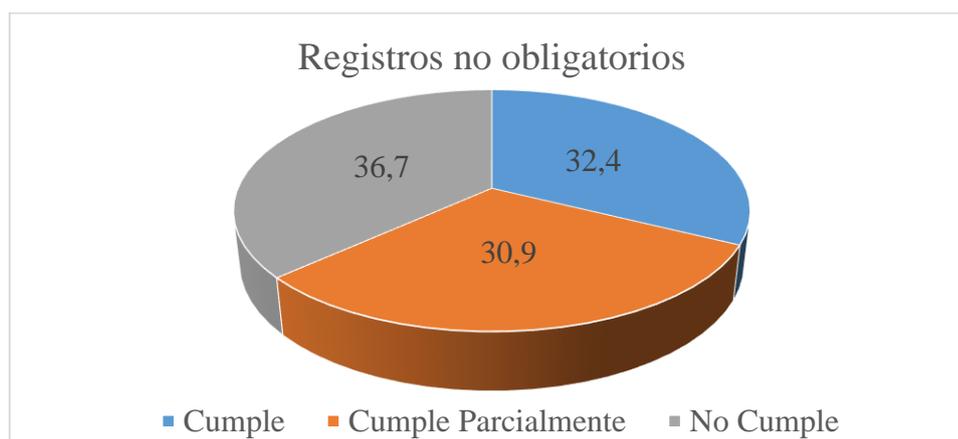
**Fuente:** Tabla N°.13. Matriz general de contingencias

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

**Análisis:** Los requisitos de la ISO 9001:2015, que radican como registros obligatorios; existe un 25,3% de estos cumplen con los registros adecuados en la industria avícola, y un 31,7% cumple parcialmente con los registros mencionados, y un 43% no cumple con los registros declarados obligatorios. Lo que significa que las entidades del sector evaluado no cuentan con una base estructurada de registros mínimos que sirvan como evidencia documentada a la cual posteriormente se pueda auditar el o los procesos, mismo que permita llevar un control adecuado y oportuno para la toma de decisiones, con el fin de plantear objetivos, metas y estrategias de mejora continua.

Se debe tomar en cuenta que, la nueva norma ISO 9001:2015 ha reducido el nivel de las obligaciones documentales del sistema, aun así hay una serie de documentos y registros que son obligatorios, como requisito imprescindible para la certificación del sistema que como mínimo exige un cumplimiento de documentos y registros del 80%.

Gráfico N° 14. Registros no obligatorios

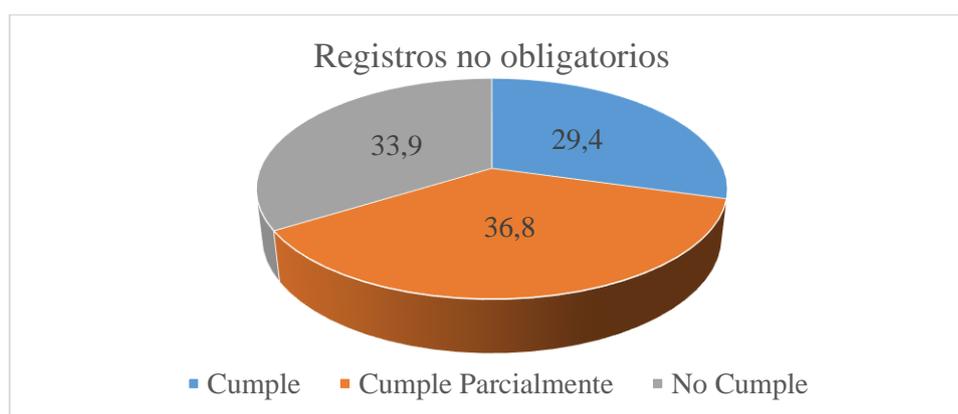


**Fuente:** Tabla N°.13. Matriz general de contingencias

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

**Análisis:** Los requisitos de la ISO 9001:2015, que radican como registros no obligatorios; existe un 32,4% de estos cumplen con los registros adecuados en la industria avícola, y un 30,9% cumple parcialmente con los registros mencionados, y un 36,7% no cumple con los registros declarados no obligatorios. Datos que demuestran que dentro de las entidades no se genera innovación en el tratamiento de la información integrada a los procedimientos técnicos y gerenciales, para guiar las acciones de la organización de manera práctica y coordinada y que asegure la satisfacción del cliente y bajos costos para la calidad.

Gráfico N° 15. Documentos no obligatorios



**Fuente:** Tabla N°.13. Matriz general de contingencias

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

**Análisis:** Los requisitos de la ISO 9001:2015, que radican como documentos no obligatorios; existe un 29,4% de estos cumplen con la documentación adecuada en la industria avícola, y un 36,8% cumple parcialmente con la documentación mencionada, y un 33,9% no cumple con documentos mencionados como no obligatorios. Datos que evidencia que dentro de las entidades existe una desmotivación hacia aumentar la reducción del riesgo de inversión, o a su vez mejorar el intercambio de documentación, o gestionar el trabajo diario de forma eficaz, los principales problemas que tuvieron las empresas para no realizar estas mejoras con los procesos fueron la falta de tiempo y la falta de recursos.

Con base en lo antes expuesto se puede decir que es necesario establecer que la industria avícola en la provincia de Chimborazo no cuenta con toda la documentación necesaria y obligatoria para un buen funcionamiento, por lo que es necesaria la implementación de herramientas que consienta incorporar registros y documentos vinculantes para una buena gestión empresarial.

## 4.2 Comprobación de hipótesis

### 4.2.1 Planteamiento de la hipótesis

**Hipótesis Nula Ho:** La Medición del Desempeño Global Corporativo, a través de la Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard, para la industria avícola de la provincia de Chimborazo, no incide significativamente en la determinación de herramientas para evaluar la gestión.

**Hipótesis de Investigación Ha:** La Medición del Desempeño Global Corporativo, a través de la Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard, para la industria avícola de la provincia de Chimborazo, incide significativamente en la determinación de herramientas para evaluar la gestión.

#### 4.2.2 Regla de decisión

Se **acepta la hipótesis nula** si el valor de ( $F_c$ ) es igual o **menor a** ( $F_T$ )

Se **acepta la hipótesis de investigación** si el valor de ( $F_c$ ) es igual o **mayor a** ( $F_T$ )

#### 4.2.3 Solución del diseño experimental

Para la comprobación de hipótesis se utilizó el diseño experimental con un solo factor utilizando el análisis del modelo con efecto fijo, considerando que previamente se realizó una aleatorización de datos del *Checklist*, examinando la incidencia de cada una de las respuestas obtenidas en el tratamiento (Documentos necesarios requeridos por la norma ISO 9001:2015).

En un diseño experimental con un solo factor se presenta el siguiente modelo estadístico:

$$y_e = \mu + r_i$$

Donde:  $\mu$ : Media global

$r_i$ : Efecto del tratamiento

El modelo de comprobación de hipótesis por un diseño experimental con un solo factor se resume en la siguiente tabla:

Tabla N° 14. Modelo de diseño experimental con un solo factor

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio (MS)	$F_0$
Tratamientos	$SS_{Tratamientos}$	a-1	$\frac{SS_{Tratamientos}}{a-1}$	$\frac{MS_{Tratamientos}}{MS_E}$
Error	$SS_E$	N-a	$\frac{SS_E}{N-a}$	
<b>Total</b>	$SS_T$	N-1		

Fuente: Montgomery (2004)

Elaborado Por: Muyulema (2017)

Las fórmulas para el respectivo cálculo de suma de cuadrados y cuadrado medio se muestran a continuación:

a). Suma de cuadrados del tratamiento

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y_{ij}^2 - \frac{y^2}{N}$$

$$SS_{Tratamientos} = \frac{1}{N_t} \sum_{i=1}^a Y_i^2 - \frac{y^2}{N}$$

$$SS_E = SS_T - SS_{Tratamiento} - SS_{Bloques}$$

Tabla N° 15. Matriz general de contingencias para la suma de cuadrados

<b>DOCUMENTOS Y REGISTROS REQUERIDOS POR LA ISO 9001:2015</b>	<b>C</b>	<b>CP</b>	<b>NC</b>	<b>TOTAL (Y<sub>i</sub>)</b>
Documentos obligatorios	60	68	72	200
Registros obligatorios	76	95	129	300
Registros no obligatorios	178	170	202	550
Documentos no obligatorios	235	294	271	800
<b>TOTAL (Y<sub>j</sub>)</b>	<b>549</b>	<b>627</b>	<b>674</b>	<b>1850 (Y)</b>

**Fuente:** Checklist ISO 9001: 2015 (Ver Anexo 1)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

b). Sumatoria de los cuadrados totales

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y_{ij}^2 - \frac{y^2}{N}$$

$$SS_T = 361340 - \frac{(1850)^2}{50}$$

$$SS_T = 361340 - 68450$$

$$SS_T = 292890$$

c). Sumatoria de los cuadrados de los tratamientos

$$SS_{Tratamientos} = \frac{1}{N_t} \sum_{i=1}^a Y_i^2 - \frac{y^2}{N}$$

$$SS_{Tratamientos} = \frac{1}{4} (200^2 + 300^2 + 550^2 + 800^2) - \frac{(1850)^2}{50}$$

$$SS_{Tratamientos} = 199675$$

d). Sumatoria de los cuadrados del error

$$SS_E = SS_T - SS_{Tratamiento}$$

$$SS_E = 292890 - 199675$$

$$SS_E = 93215$$

Los resultados del análisis de suma de cuadrados y cuadrados medios para determinar el  $F_0$ , o  $F$  calculado se resumen en la siguiente tabla:

Tabla N° 16. Determinación de  $F_0$  calculado

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio (MS)</b>	<b><math>F_0</math></b>
Tratamientos	199675	3	66558,33	5,71
Error	93215	8	11651,88	
<b>Total</b>	292890	11		

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

El  $F$  de tabla se determina con los grados de libertad del tratamiento y del error respectivamente, identificados en la tabla de puntos proporcionales de la distribución  $F$ , el mismo que asciende 4,07. (Véase Anexo 3)

- Si  $F$  calculado  $F_c = 5.71 < F$  de la tabla  $F_t = 4.07$ , aceptamos la Hipótesis nula ( $H_0$ ) y rechazamos la Hipótesis de Investigación ( $H_1$ )
- Si  $F$   $F_c = 5.71 > F$   $F_t = 4.07$ , rechazamos la Hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptamos la Hipótesis de Investigación ( $H_1$ )

En virtud de los resultados observados en el cuadro anterior, el valor del estadístico  $F$ -Fisher calculado es mayor que el  $F$ -Fisher de la tabla, por lo cual cae en la zona de rechazo de la Hipótesis nula ( $H_0$ ), y se procede a aceptar Hipótesis de Investigación ( $H_1$ ), la cual indica que: *“La Medición del Desempeño Global Corporativo, a través de la Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard, para la industria avícola de la provincia de Chimborazo, incide significativamente en la determinación de herramientas para evaluar la gestión.”*

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Seis Sigma ( $6\sigma$ ) es una metodología de administración de la calidad que se enfoca en la reducción de la variación existente en los procesos de producción de bienes o servicios, la drástica reducción de los defectos y el mejoramiento de la calidad de productos, procesos y servicios. Por otro lado el Balanced Scorecard (BSC) o Cuadro de Mando Integral es una herramienta de administración estratégica y sistema de medición del desempeño, diseñado para traducir las estrategias de la organización en planes de acción orientados.

Para identificar el nivel de desempeño global corporativo en la industria avícola de la provincia de Chimborazo, se utilizó un *Checklist* de cumplimiento basado en los puntos de la Norma ISO 9001: 2015, que es un estándar internacional de carácter certificable que regula los sistemas de gestión de la calidad, el cual logra combinar el enfoque de procesos con el pensamiento basado en riesgos en todos los niveles de las empresas evaluadas, previamente estructurado con opciones de cumplimiento, cumplimiento parcial y no cumplimiento, mismas que relacionan a las variables en estudio como: definición políticas, objetivos, criterios para evaluación y manejo de documentación obligatoria y no obligatoria, etc. De esta manera se ha logrado recabar información que ha facilitado la comprobación de hipótesis.

Para la comprobación de hipótesis se utilizó el diseño experimental con un solo factor utilizando el análisis del modelo con efecto fijo, previamente realizando una aleatorización de datos del *Checklist*, examinando la incidencia de cada una de las respuestas obtenidas en el tratamiento. El análisis de varianza ANOVA determinó que el valor del estadístico F-Fisher calculado es mayor que el F-Fisher de la tabla ( $F_c = 5.71 > F_t = 4.07$ ), por lo cual cae en la zona de rechazo de la Hipótesis nula ( $H_0$ ), y se procede a aceptar Hipótesis de Investigación ( $H_1$ ), la cual indica que: “*La Medición del Desempeño Global Corporativo, a través de la Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard, para la industria avícola de la provincia de*

*Chimborazo, incide significativamente en la determinación de herramientas para evaluar la gestión.”*

Un modelo de medición del desempeño es un procedimiento estructural y sistemático que permite medir, evaluar e influir sobre los atributos, comportamientos y resultados relacionados con el trabajo, así como el grado de absentismo, con el fin de declarar en qué medida es productivo el proceso dentro de la empresa, para tomar decisiones afín mejorar su rendimiento futuro.

Se planteó un Modelo de Medición Global Corporativo a través de la integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard en seis capítulos hoy denominado por su autor como SSIMB: 2017, mismo que brinda múltiples propuestas de evaluación y control. Modelo estructurado sistemáticamente con base en las metodologías DIMAC y BSC, logrando formar así escenarios comunes en los cuales se hallan expuestos la industria avícola de la provincia de Chimborazo, diseñado tomar acciones correctivas y preventivas hacia traducir las estrategias de la organización en planes de acción orientados a una mejora continua.

Como base para el procesamiento de datos en los múltiples escenarios propuestos en el Modelo de Medición Global Corporativo SSIMB: 2017, se utilizó el Microsoft Excel ya que permite crear rápidamente hojas de cálculo es amigable y de fácil uso, para posteriores análisis estadísticos más profundos se utilizó el software SPSS y para diseño de experimentos y cartas de control se utilizó Minitab.

El Modelo de Medición Global Corporativo SSIMB: 2017, logró identificar los aspectos con mayor impacto dentro del proceso evolutivo de la industria avícola y de esta forma controlar y poder tomar decisiones correctas teniendo en cuenta las metas propuestas para el año presente, desarrollado con el objetivo maximizar la efectividad de los equipos, procesos e instalaciones, a través del trabajo organizado, personal capacitado y metodologías que se centran en la mejora continua, asegurando las características de calidad establecidas para el producto.

## **5.2 Recomendaciones**

Es recomendable utilizar metodologías de mejora continua basadas en las técnicas de control y mejora de la calidad, empleando métodos estadísticos de recolección, procesamiento y análisis de datos, ya que parten de herramientas básicas tales como muestreos, pruebas de hipótesis, diseño de experimentos, análisis multivariados y los métodos optimización desarrollados en el campo de la investigación de operaciones.

Impulsar una cultura de calidad a lo largo de la empresa afín de mantener un riguroso control y medición de los procesos que involucren gestión de la calidad, en este sentido se requiere de la participación de los integrantes de la empresa desde la parte operativa y la administrativa.

Se debe planificar un efectivo instrumento de comunicación y documentación dentro de cada empresa considerando que la capacitación continua del personal permitirá alcanzar un mayor compromiso en el desarrollo de las operaciones encomendadas, creando herramientas de calidad con el fin de tomar las mejores decisiones en base a estrategias preestablecidas, que no solo se basen en estados financieros sino también en el entorno real al que la empresa se enfrenta considerando la oferta y demanda así como también a sus competidores.

Es importante es el compromiso de la alta dirección o gerencia para garantizar el éxito de la implementación del modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo, puesto que es de vital importancia el liderazgo y la sabiduría en el negocio, con el fin de tomar las mejores decisiones en base a estrategias preestablecidas, que no solo se basen en estados financieros sino también en el entorno real al que la empresa se enfrenta considerando la oferta y demanda así como también a sus competidores.

La retroalimentación se debe realizar para poder tomar las respectivas medidas correctivas para que los objetivos que se desean alcanzar con el modelo se puedan cumplir en el tiempo estimado que desea la entidad, considerando que todo es un proceso de cambio se deben de tener en cuenta las indicaciones de cada uno de los integrantes para poder amoldar la empresa al Modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo y poder obtener un beneficio mutuo.

Se recomienda hacer uso del Modelo de Medición Global Corporativo SSIMB: 2017, propuesto ya que logra identificar sistemáticamente aspectos con mayor impacto dentro del proceso evolutivo de la industria avícola para de esta forma controlar y poder tomar decisiones oportunas encaminadas a cumplir metas y objetivos propuestos para el año presente, de forma que se disminuya el riesgo empresarial ya que suministra una valiosa estructura documental diseñada con base en las metodologías DIMAC y BSC, para mejorar la calidad y productividad de una planta avícola, reduciendo la variabilidad en el proceso, asegurando las características de calidad establecidas para el producto.

## CAPÍTULO V

### 6. PROPUESTA

#### 6.1 Tema

Modelo de medición del desempeño global corporativo, a través de la integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard, en la industria avícola de la provincia de Chimborazo.

##### 6.1.1 Planteamiento del problema

El uso de la estadística para el mejoramiento de la calidad en la mayoría de los casos no ha sido difundido en todas las áreas de desempeño de las empresas, principalmente puesto que no se conocen los beneficios que se alcanzan obtener, en el manejo y análisis de información y porque existe una cantidad de deducciones y fórmulas matemáticas, que solo conocen aquellas personas que son especialistas en el área.

La mayoría de ingenieros relacionados a procesos productivos se han enfocado en aspectos meramente técnicos, dejando de lado las metodologías de medición, control y análisis de información proporcionados por la estadística. Tomando en cuenta que en la mayoría de las veces los problemas pueden ser resueltos mediante la ayuda de dichas técnicas.

Dentro de una entidad constan personas con diferentes perfiles e incomparables niveles de conocimiento, lo que dificulta la transferencia de las herramientas. Para lograr la adecuada implementación de Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard se propone que este documento sea una guía que describa paso a paso la aplicación de la metodología. Es importante que la implementación sea realizada por personas que posean liderazgo y adecuado conocimiento del tema, además de poder conducir equipos de trabajo y administrar proyectos.

Actualmente el problema que yace en el proceso es la variación en una característica, que genera un costo en la producción. De tal modo que haciendo uso de diferentes técnicas estadísticas sirvan de apoyo para realizar mejoras en el proceso y lograr el objetivo planteado.

## **6.1.2 Objetivos**

### **6.1.2.1 Objetivo general**

Diseñar un Modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo, a través de la Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard para las empresas Avícolas, mismo que permita la comprensión de aplicación de los diferentes métodos y herramientas estadísticas para la mejora de la calidad.

### **6.1.2.2 Objetivos específicos**

- Aplicar una metodología a través de la Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard para mejorar la calidad y productividad de una planta avícola, reduciendo la variabilidad en el proceso, asegurando las características de calidad establecidas para el producto.
- Plantear una estructura documental, para la implementación de proyectos de mejora bajo un modelo de medición del Desempeño Global Corporativo, a través de la Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.
- Mostrar cómo se pueden utilizar el SPSS, Minitab y Excel para reducir el tiempo de desarrollo de los proyectos.

## **6.2 Metodología**

La metodología que se va a emplear para la Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard para mejorar la calidad y productividad de una planta avícola, está en conjunto con Kaizen, para lograr los resultados en un plazo no mayor a 3 meses.

Este documento consta de 6 capítulos en los cuales se explican las diferentes metodologías y herramientas que se pueden utilizar en la aplicación de un proyecto:

1. Introducción
2. Capítulo 1: Fase de Definición
3. Capítulo 2: Fase de Medición
4. Capítulo 3: Fase de Análisis
5. Capítulo 4: Fase de Mejora
6. Capítulo 5: Fase de Control
7. Capítulo 6: Fase de BSC

# MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO SSIMB: 2017 PARA LA INDUSTRIA AVÍCOLA

## Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard



Ing. Ind. Juan Carlos Muyulema Allaica.

MAESTRÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL BASADO EN  
MÉTODOS CUANTITATIVOS

## INDICE

Introducción

Objeto y alcance

### Capítulo 1. Fase de Definición

- 1.1 Introducción
- 1.2 Etapas de la fase de Definición
- 1.3 Mapa del proceso
- 1.4 Despliegue de la Función de Calidad QFD
- 1.5 Diagrama matricial
- 1.6 Benchmarking
- 1.8 Costos de Calidad
- 1.9 Entregables de esta fase

### Capítulo 2. Fase de Medición

- 2.1 Introducción
- 2.2 Etapas de la Fase de Medición
- 2.3 Diagrama de Procesos
- 2.4 Lluvia de ideas
- 2.5 Diagrama de Pareto.
- 3.6 Diagrama de Causa-Efecto.
- 2.7 Diagrama de Árbol
- 2.8 Diagrama de afinidad
- 2.9 Diagrama de relaciones
- 2.10 Métodos de muestro estadístico
- 2.11 Capacidad de sistema de medición
- 2.12 Distribución normal
- 2.13 Capacidad de los procesos normales
- 2.14 Entregables de esta fase

### Capítulo 3. Fase de Análisis

- 3.1 Introducción
- 3.2 Etapas de la fase de Análisis

- 3.3 Cartas Multi Vari
- 3.4 Correlación
- 3.5 Análisis de Regresión
- 3.6 Pruebas de Hipótesis
- 3.7 Análisis de Varianza ANOVA
- 3.8 Entregables de esta fase

#### Capítulo 4. Fase de Mejora

- 4.1 Introducción
- 4.2 Etapas de la fase de Mejora
- 4.3 Diseño de Experimentos (DOE)
- 4.4 Diseño factorial  $2^k$
- 4.5 Diseño factorial  $2^2$
- 4.6 Diseño factorial fraccional
- 4.7 Diseño Taguchi
- 4.8 Método de Superficie de Respuesta
- 4.9 Entregables de esta fase

#### Capítulo 5. Fase de Control

- 5.1 Introducción
- 5.2 Etapas de la fase de Control
- 5.3 Cartas de Control
- 5.4 Las 5S's
- 5.5 El Kanban
- 5.6 Entregables de esta fase

#### Capítulo 6. Establecimiento de Indicadores BSC

- 6.1 Introducción
- 6.2 indicadores Estratégicos por Objetivos
- 6.3 Diseño de Indicadores para la Industria Avícola

## ABREVIATURAS

Características críticas para la Entrega	(CTD's)
Características críticas para los Costos	(CTO's)
Características críticas para el Proceso	(CTP's)
Características críticas para la Satisfacción	(CTS's)
Características críticas para el Control	(CTC's)
Definir variables causales	(DOE)
Defectos por oportunidad	(DPO)
Defectos por millón de oportunidades	(DPMO)
Despliegue de la función de calidad	(QFD)
Variables de salida claves del proceso	(KPOVs)
Variables de entrada claves del proceso	(KPIVs)
Voz del cliente interno o externo	(VOC)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>	
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>FECHA:</b> 10-10-2017
		<b>VERSION:</b> 01

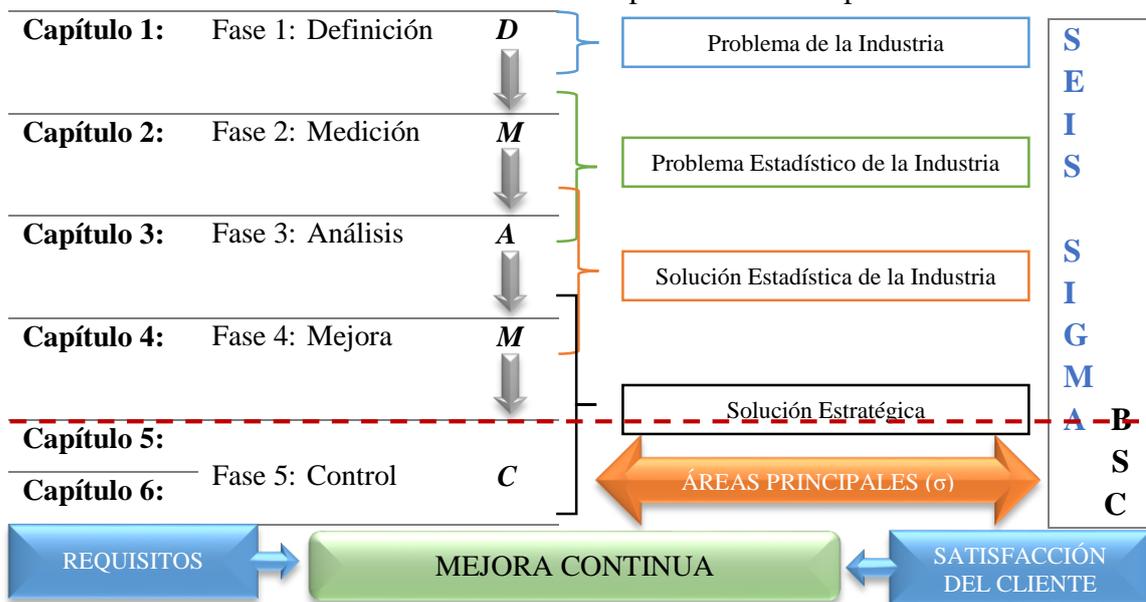
### 6.3.1 Introducción

Seis Sigma es una metodología más inteligente de dirigir un negocio o un departamento, sitúa primero al cliente y usa hechos y datos para impulsar mejores resultados. Los esfuerzos de Seis Sigma se dirigen a tres áreas principales como son: mejorar la satisfacción del cliente, reducir el tiempo del ciclo, reducir los defectos. La letra griega minúscula sigma ( $\sigma$ ) se usa como símbolo de la desviación estándar, siendo ésta una forma estadística de describir cuánta variación existe en un conjunto de datos, es decir, obtener sólo 3.4 defectos por millón de oportunidades o actividades.

La estrategia *Seis Sigma* incluye el uso de herramientas estadísticas dentro de una metodología estructurada incrementando el conocimiento necesario para lograr de una mejor manera, más rápido y al más bajo costo, productos y servicios que la competencia.

Mientras que el Balanced Scorecard (BSC / Cuadro de Mando Integral) es una herramienta que permite relacionar estrategias y objetivos clave con desempeño y resultados a través de cuatro áreas críticas en cualquier empresa: desempeño financiero, conocimiento del cliente, procesos internos de negocio y aprendizaje y crecimiento, dado que la metodología guía paso a paso y ayuda a ejecutar un plan estratégico y llevarlo a la acción.

Gráfico N° 16. Modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo SSIMB: 2017



Elaboración: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>	
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>FECHA:</b> 10-10-2017
		<b>VERSION:</b> 01

### 6.3.1.1 Aspectos generales de la empresa

#### A. Presentación de la empresa

El modelo de redacción para la presentación de empresa puede ser de muchas formas. No existe un estilo único, aunque sí es cierto que generalmente se piden modelos de presentación más serios y formales. Sin embargo, cada vez esta tendencia cambia más y lo que se pretende es presentar productos, marcas o proyectos de forma original y con el objetivo de llegar a nuestro público, el cual contenga una reseña histórica, el emplazamiento actual, número de empleados, la explicación de sus procesos entre otros de una manera clara y precisa.

A continuación se expone un ejemplo:

#### **PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA**

El 01 de abril de 2001 es fundada la empresa La “Avícola Reina del Cisne”, de acuerdo a las crecientes necesidades del consumidor de la provincia, los representantes de esta empresa son personas involucradas en la producción aviar desde hace muchos años atrás, dedicada a la producción y comercialización de pollos de engorde (Broilers), cuenta para su procesamiento con más de 46 empleados distribuidos en todas sus áreas tanto administrativas como operativas y de servicios.

La producción de Avícola Reina del Cisne continúa incrementándose y estructurando un departamento técnico que garantiza el cumplimiento de los parámetros sanitarios. Nuestra compañía cuenta con granjas propias para la producción de pollo, planta de faenamiento, y planta de balanceados

Actualmente la empresa cuenta con 11 bloques avícolas con una capacidad productiva promedio total de 275.000 aves en pie, registrando 748 toneladas de carne de pollo procesada.

Avícola Reina del Cisne pensando en la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes registra más de 4 puntos de distribución en sectores estratégicos de la ciudad de Riobamba.

Con el pasar de los años la empresa ha logrado conseguir la confianza y fidelidad de sus clientes a través de la calidad de su producto, debido a las buenas condiciones de producción de las aves de engorde y al tipo de alimentación que estas reciben durante el período de crianza.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>	
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>FECHA:</b> 10-10-2017
		<b>VERSION:</b> 01

## B. Información general de la empresa

El contenido de la información general de la empresa es un documento que identifica, describe el tipo de negocio de un proyecto empresarial concreto, contiene todos los datos relevantes de contacto y emplazamiento.

Ejemplo:

<b>PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA</b>	
<b>El Nombre comercial:</b>	Avícola Reina del Cisne
<b>Representante Legal:</b>	Guaranga Allauca Gerardo
<b>Dirección:</b>	Barrio San Martín de Veranillo, a 400 m. de la Hostería el Toril
<b>Tipo de empresa:</b>	Privada
<b>Actividad:</b>	Cría de aves de corral
<b>Teléfonos:</b>	032372134
<b>Email:</b>	cisnavi@hotmail.com

## C. Misión y Visión

El concepto de misión refiere a un motivo o una razón de ser por parte de una organización, una empresa o una institución. Este motivo se enfoca en el presente, es decir, es la actividad que justifica lo que el grupo o el individuo está haciendo en un momento dado. Por ejemplo:

<b>MISIÓN</b>
<p>Ofrecer a nuestros clientes un abastecimiento constante y oportuno de pollos Broilers de la mejor calidad, contando para ello con un equipo humano capacitado, con tecnología propia, haciendo uso del principio de ecología industrial, en armonía con el medio ambiente, comprometidos en el desarrollo del entorno social, económico de los proveedores, trabajadores, socios y nuestro país.</p>

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>	
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01

La visión de una empresa se refiere a una imagen que la organización plantea a largo plazo sobre cómo espera que sea su futuro, una expectativa ideal de lo que espera que ocurra basado en las necesidades de la población en ese momento dado y la situación del mercado, debe ser integradora, amplia, realizable, activista realista, alentadora y que dimensione el tiempo. Por ejemplo:

### VISIÓN

Para el año 2022 ser una empresa avícola con reconocimiento nacional donde cada unidad producida cuente con un componente que cumpla con el más riguroso seguimiento en gestión integral de calidad.

#### D. Planteamiento de Valores corporativos

Los valores corporativos son elementos propios de cada negocio y corresponden a su cultura organizacional, es decir, a las características competitivas, condiciones del entorno y expectativas de sus grupos de interés como clientes, proveedores, junta directiva y los empleados. Por ejemplo:

#### PLANTEAMIENTO DE VALORES CORPORATIVOS

- **Trabajo en equipo:** Valoramos el aporte, conocimientos, experiencia y habilidades de las personas en función de los objetivos comunes, buscando el beneficio de toda la organización.
- **Confianza:** depositamos toda nuestra confianza en nuestros trabajadores ya que ellos cuentan con capacidades que les permiten realizar las actividades encomendadas.
- **Responsabilidad:** Asumimos con compromiso la efectividad de nuestro trabajo y respondemos por los efectos de nuestras decisiones.
- **Compromiso:** Buscamos el bien común de la organización a través de actividades regulares y voluntarias.
- **Liderazgo:** Buscamos mediante el mejoramiento continuo de nuestros procesos y productos, ser líderes integrales destacados en el gremio avicultor.
- **Calidad:** Damos lo mejor en nuestro trabajo, tratando de superar siempre las expectativas de nuestros clientes.
- **Enfoque al cliente:** Cumplimos con las promesas adquiridas con los clientes y trabajamos agregando valor a la empresa, creando una cultura de servicio.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>	
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01

## E. Formulación de la Políticas

La política es una norma genérica amplia, flexible que implica una línea de conducta que encausa la búsqueda del logro de un objetivo. Son líneas de acción que se establecen para resoluciones futuras de la acción estratégica con el objeto de orientar a los responsables de preparar los diferentes planes empresariales. Por ejemplo:

Tabla N° 17. Formulación de la Política empresarial de seguridad y salud ocupacional

N°.	POLÍTICA EMPRESARIAL	PARTICULARIDAD
1	Satisfacción de los clientes	<p>Uno de los principios más importantes de nuestra política empresarial es la satisfacción de los clientes y podemos garantizarla gracias a una altísima calidad de nuestros productos.</p> <p>Nuestro objetivo es una relación mercantil de confianza y fidelidad a largo plazo con nuestros clientes.</p> <p>La opinión de nuestros clientes sobre la calidad de nuestros productos es de gran importancia para nosotros.</p>
2	Satisfacción de los trabajadores	<p>La creación y mantenimiento de un ambiente de trabajo saludable, así como la constante actitud de evitar accidentes en el trabajo gracias a prácticas de prevención de riesgos laborales son objetivos prioritarios.</p> <p>Nuestro objetivo es un futuro garantizado y seguro para nuestros trabajadores y para nuestra organización, por ende, depende de contar con trabajadores cualificados y motivados, que se caractericen por su disponibilidad, espíritu corporativo y mentalidad empresarial.</p> <p>Aspiramos de este modo a una colaboración duradera con nuestros trabajadores, que se identifiquen con nuestra empresa, que aporten óptimas prestaciones y que tengan una actitud positiva hacia nuestros productos, clientes, los compañeros y los socios. Cada trabajador contribuye a crear calidad en nuestros productos y servicios.</p>
3	Respeto al ambiente	<p>Durante todas nuestras actividades (desde la crianza y comercialización del producto) buscamos el respeto y la protección del medioambiente, favoreciendo la lucha o producción integrada con una actitud positiva hacia nuevos desarrollos en este campo.</p>

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>	
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01

<b>4</b>	Respeto a las directrices legales y valores sociales	<p>Nuestra política de comunicación se caracteriza por una transparencia total hacia el público. Nuestro empeño es hacer gala de un comportamiento que se corresponda a las exigencias del medio ambiente, de la seguridad en el trabajo y de la higiene.</p> <p>No nos conformamos con la situación actual. Nos empeñamos en seguir mejorando nuestra empresa, esta política de calidad se debate y controla regularmente para garantizar que esa calidad sea siempre la adecuada. Todos nuestros trabajadores son informados sobre nuestra política empresarial y de calidad adecuadamente.</p>
----------	--	---

Nº.	POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	PARTICULARIDAD
1	Política de Seguridad y Salud Ocupacional	<p>La empresa Avícola Adriancito Cía. Ltd., se compromete a gestionar la Seguridad y Salud Ocupacional en todas sus actividades y a dar cumplimiento a todas las disposiciones legales vigentes aplicables y a las normas incluidas en el reglamento, con el fin de garantizar una adecuada y oportuna prevención de riesgos laborales, accidentes y enfermedades ocupacionales incluyendo el establecimiento del mejoramiento continuo de los procedimientos y condiciones de trabajo, mediante un Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional.</p> <p>La empresa Avícola Adriancito Cía. Ltd., asegurará la disponibilidad de los recursos tanto económicos como técnicos necesarios para la consecución de resultados dentro de la gestión de seguridad y salud. Además, fomentará la capacitación y entrenamiento que permitirán promover el desarrollo de una cultura de prevención en todo el personal.</p> <p>Esta política empresarial, será difundida y acatada por todo el personal y demás personas que den una u otra forma tengan relación con la empresa Avícola Adriancito Cía. Ltd., y será actualizada periódicamente en virtud de cumplir las condiciones legales establecidas.</p>

**Fuente:** Manual de Buenas Prácticas Avícolas - Avícola Adriancito Cía. Ltd., (2016)

**Elaboración:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>	
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01

## 6.3.2 Objeto y alcance del Modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo

### 6.3.2.1 Objeto

El objeto del presente Modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo es definir los requisitos que debe cumplir y describir las disposiciones generales para asegurar los procedimientos a seguir, para asegurar la integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard, evidenciando el compromiso de la empresa frente a los requisitos básicos propuestos y los procesos del sistema.

Además, contemplara las expectativas y necesidades de sus clientes con el propósito de mejorar continuamente su desempeño y aumentar la satisfacción de los clientes tanto a nivel interno y externo.

### 6.3.2.2 Alcance

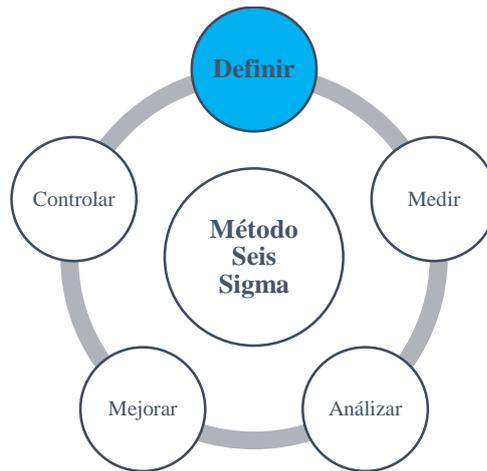
El alcance del presente Modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo depende de la actividad empresarial en el que se comprenden los procesos, productos (pollos de engorde Broilers), enfocados a la complacencia del comprador y el avance continuo del sistema es:

- ✓ Asesoría técnica
- ✓ Eficiencia en los procesos de las diferentes áreas de la industria avícola.
- ✓ Actividades de producción
- ✓ Actividades de comercialización.
- ✓ Mejorar la calidad y productividad del proceso.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP-I</b>

### 6.3.3 Capítulo I. Fase de Definición

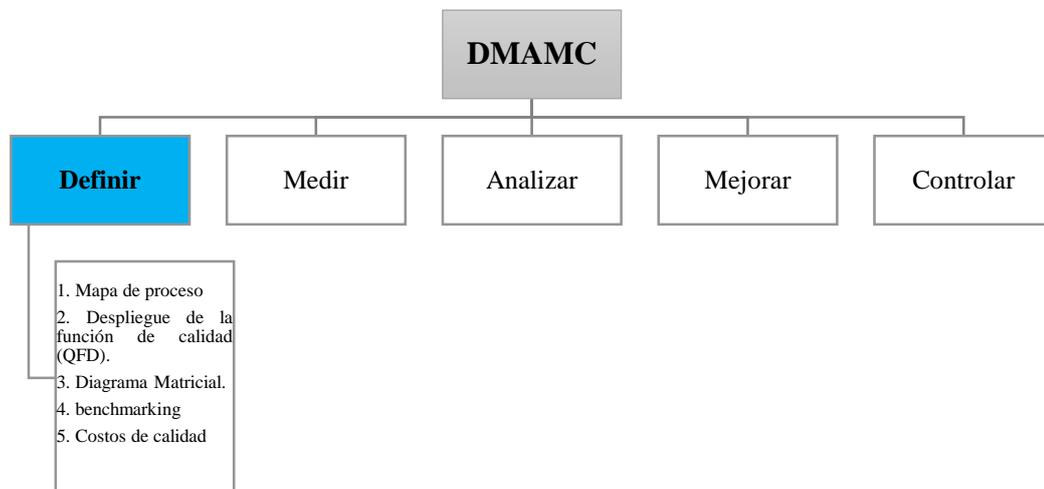
#### 6.3.3.1 Introducción



La intención de esta fase es identificar el problema a resolver, estratificando tanto como sea posible, por ejemplo: reclamación de un cliente por falla, identificar la familia de productos por importancia mediante el uso del diagrama de Pareto, después identificar el producto, la línea donde se hace, el equipo específico, etc. En este momento ya se puede definir el problema y la oportunidad de mejora.

Las Herramientas a utilizar pueden ser:

Gráfico N° 17. Herramientas en la Fase de Definir<sup>3</sup>



<sup>3</sup> Metodología del Six Sigma. Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. (DMAMC).

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-I

La primera fase correspondiente a la metodología de *Seis Sigma*, trata de detectar cual es el problema, puntualizar los CTQ's (Crítico para la calidad) con base en la voz del cliente (VOC), el impacto que tiene para el negocio la realización del proyecto, las metas que se pretenden lograr, el alcance y los ahorros financieros.

Los objetivos de esta fase son:

- a) Definición del problema
- b) Establecer el Alcance del proyecto
- c) Conocer el uso de las herramientas de la fase de definición

### 6.3.3.2 Etapas de la fase de definición

Tabla N° 18. Etapas de la fase de definición

ETAPA	TIPO	CARACTERÍSTICA
<b>Identificación de clientes</b>	Internos	Es el personal interno afectado por el producto o servicio generado (siguiente operación).
	Externos	Son todos aquellos a los que la empresa provee un producto o servicio, estos se dividen en usuarios finales, clientes intermediarios y otros.
<b>Determinar los CTQ's del proyecto:</b>	Crítico para la calidad ( <i>Critical to Quality</i> ).	Es un atributo o característica de calidad de un producto o servicio que es importante para el cliente.
<b>Selección del problema:</b>	Debido a: devoluciones, bajo nivel de servicio, entregas tardías, desperdicios, producto defectuoso, documentos inadecuados.	El problema se selecciona basándose en las políticas de la organización, al grupo de trabajo, jefe inmediato y a los resultados de sus actividades diarias.
<b>Impacto en el negocio:</b>	En este punto se enuncia como impacta la mejora del proceso al negocio	Se mencionan cuáles serían las consecuencias en caso de no realizar el proyecto.
<b>Descripción del problema:</b>	Se debe estratificar (¿se recomienda utilizar la herramienta estadística de 5 por qué?)	Definir el problema que tiene el proceso, el producto o el servicio de forma específica, indicando cualitativamente de ser posible en cifras, o porcentajes.
<b>Definición y Alcance del proyecto:</b>	¿Qué es lo que vamos a obtener con la realización del proyecto?	Generalmente es mejorar e implementar el proceso para una fecha específica. El Alcance nos sirve para delimitar el proceso.
<b>Selección del equipo de trabajo.</b>	Proyecto guiados por Green Belts.	Seleccionar a las personas clave que intervienen o que están involucradas directamente y que reciben beneficios del proceso.

**Fuente:** Gutiérrez (2009)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> I

Tabla N° 19. Abreviaturas utilizadas en la etapa de control

N°.	CONCEPTOS	ABREVIATURA
1	Características Críticas para la Entrega	(CTD´s)
2	Características Críticas para los Costos	(CTO´s)
3	Características Críticas para el Proceso	(CTP´s)
4	Características Críticas para la Satisfacción	(CTS´s)
5	Características Críticas párale Control	(CTC´s)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Tanto en los CTQ, CTD y CTC el objetivo para la empresa es reducir los costos, aumentar la satisfacción del cliente y aumentar las utilidades. Para determinar los CTQ, tenemos que conocer la voz del cliente interno o externo (VOC), o sea que es lo que espera nuestro cliente acerca del servicio o producto que le proporcionamos. Mediante la voz del cliente podemos saber cuál es el grado de satisfacción que este tiene.

Para determinar los CTQ'S se pueden tomar como base los siguientes puntos: metas del negocio, entrevistas, encuestas, quejas, datos de benchmarking, discusiones ejecutivas, discusiones de trabajo específico, matriz de causa efecto, QFD, y tendencias del mercado futuras.

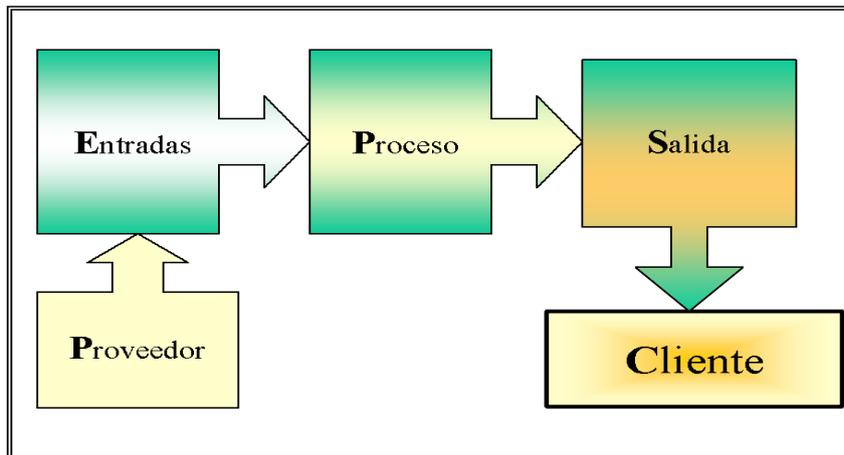
**Recomendaciones:**

- a) Definir claramente el problema (proyecto)
- b) Definir el cliente, sus CTQ y los procesos involucrados
- c) Medir el desempeño de los procesos involucrados
- d) Analizar los datos percibidos y el mapa del proceso para determinar las causas raíz de defectos y oportunidades de mejora
- e) Mejorar el proceso escogido con soluciones creativas para corregir y prevenir la reincidencia de problemas
- f) Controlar las mejoras para mantener su curso

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> I

### 6.3.3.3 Mapa del proceso

Gráfico N° 18. Mapa de procesos básico



Elaborado Por: Muyulema (2017)

**Ejemplo:** Mapa de procesos con enfoque ISO

Gráfico N° 19. Mapa de procesos con enfoque ISO



Fuente: Empresa Avícola Reina del Cisne

Elaborado Por: (Muyulema, 2016)

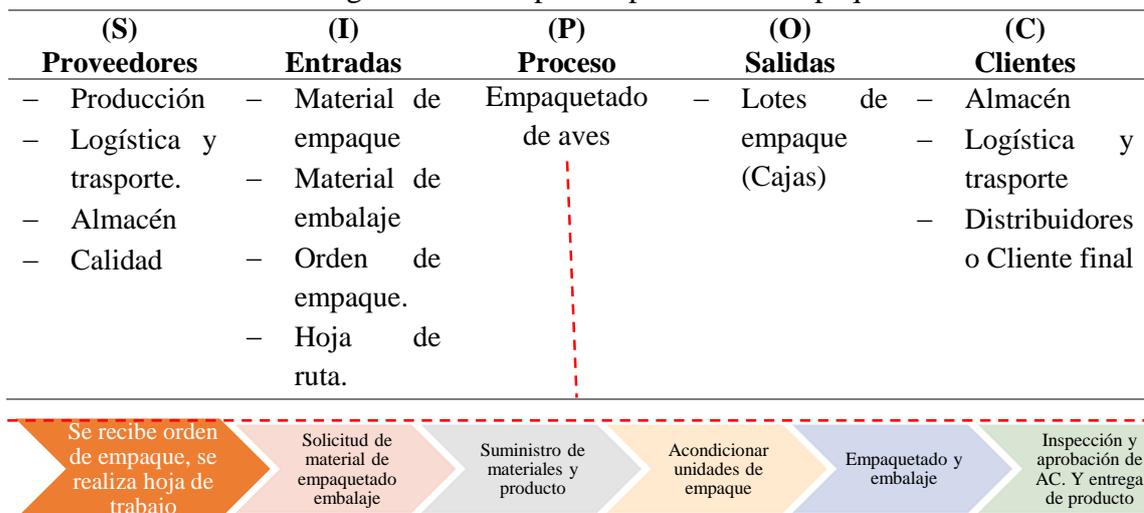
Realizar un mapeo del proceso de alto nivel, identificando cuales son los proveedores, entradas, proceso, salidas, clientes. Comúnmente llamado SIPOC.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	VERSION:01	CAP-I

Reestructurando los pasos iniciales de Gutiérrez (2009) se enumera la construcción de un Diagrama SIPOC:

- 1) El equipo de trabajo crea el mapa de proceso apoyado
- 2) El proceso puede tener 4 o 7 pasos claves
  - Responder: ¿Cómo se transforma el producto?
- 3) Listar las salidas del proceso
  - Responder: ¿Cuál es el resultado final, producto o servicio de este proceso?
- 4) Listar los clientes de la salida del proceso
  - Responder: ¿quién es el usuario final del proceso?
- 5) Listar las entradas del proceso
  - Responder: ¿De dónde vienen los materiales?
- 6) Listar los proveedores del proceso
  - Responder: ¿quiénes son los proveedores clave?
- 7) Como paso opcional identificar algunos requerimientos preliminares de los clientes
- 8) Involucrar al líder del equipo, y otros grupos interesados en la verificación del proyecto

Gráfico N° 20. Diagrama SIPOC para el proceso de empaquetado de aves



Elaborado Por: Muyulema (2017)

*Hasta aquí el ejemplo.*

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-I

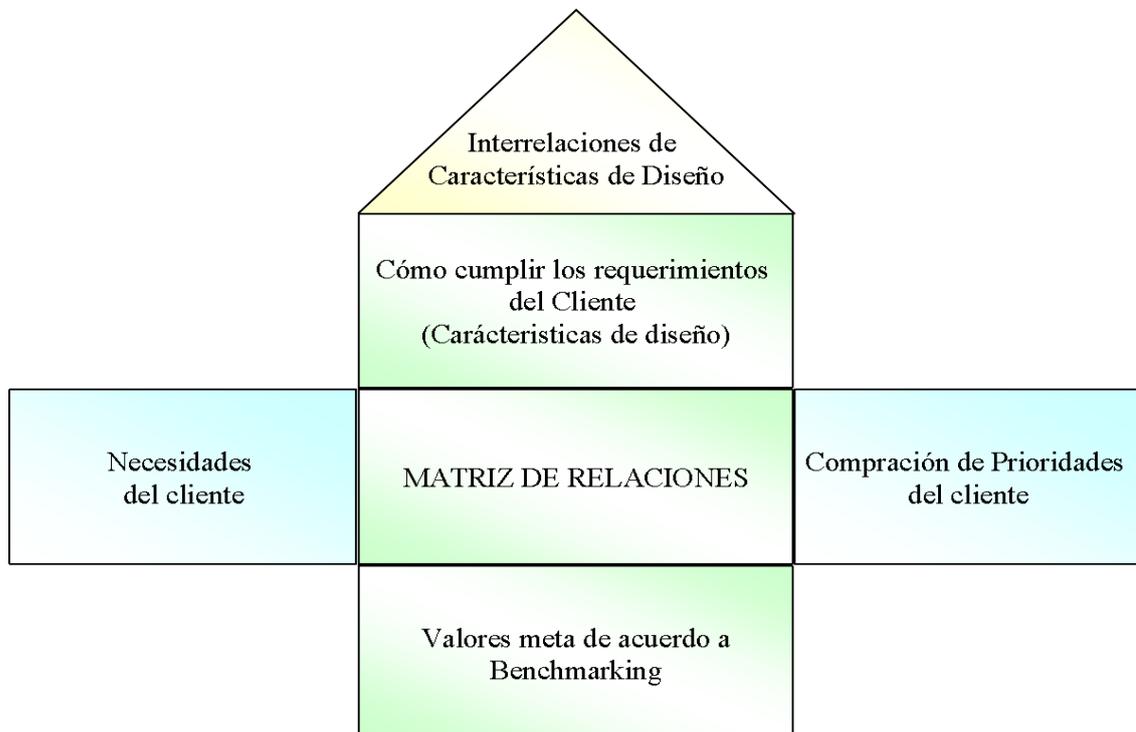
#### 6.3.3.4 Despliegue de la función de calidad QFD

El despliegue de la función de calidad (QFD), sirve para traducir la voz del cliente en especificaciones, participan varias áreas en el equipo, proporciona un método gráfico para expresar las relaciones entre los requerimientos del cliente y las características de diseño, forma la matriz principal, y permite organizar los datos de requerimientos y expectativas del cliente en una forma matricial denominada la casa de la calidad (Gamal, 2010).

Entre los beneficios del QFD se encuentran: orientación al cliente, reducción de ciclo de desarrollo de nuevos productos, usa métodos de ingeniería concurrente, reduce los cambios en manufactura, incrementa la comunicación entre áreas y establece prioridades en los requerimientos.

A continuación, se esquematiza una “Casa de calidad básica QFD”

Gráfico N° 21. Despliegue de la función de calidad (QFD)



**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>					
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.				CODIGO: SSIMB-17-01	
					FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>				VERSION:01	CAP-I

Los siguientes pasos se siguen (método simplificado) para la construcción de un QFD.

Tabla N° 20. Pasos para la construcción de un QFD

N°.	PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN QFD
1	Cuando el tiempo apremia se puede usar una Matriz de causa efecto, sirve para dar prioridad a las KPIVs
2	Lista en las columnas las variables de salida claves del proceso KPOVs
3	Asignar un número de importancia que tiene para el cliente entre 1-10 cada KPOV, en el renglón siguiente
4	Listar en los renglones las variables de entrada KPIVs que pueden causar variabilidad o no conformidad en el proceso

**Fuente:** Gamal (2010)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

La matriz de causa efecto, sirve para dar prioridad a las KPIVs. En la matriz y con apoyo del equipo de trabajo asignar un número de 1 a 10 indicando la importancia que tiene cada KPIV en cada KPOV en la celda correspondiente y multiplicar estos números por los de la importancia de cada KPOV y sumar en renglones para identificar que KPIV deben recibir atención prioritaria.

**Ejemplo:** Despliegue de la función de calidad QFD

**Paso 1:** Anotar los requerimientos clave del cliente

Matriz de Causa y Efecto																
Rango de importancia del cliente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Salida, Req. O CTQ's																
Entradas del proceso	<b>Peso</b>	<b>Precio</b>	<b>Color</b>	Requisito	TOTAL											
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																

**Nota:** Estos datos se toman del diagrama de flujo del proceso

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>														
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.										<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01				
	<b>FECHA:</b> 10-10-2017														
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>										<b>VERSION:</b> 01		<b>CAP-I</b>		

**Paso 2:** Clasificar los requerimientos en orden de importancia para el cliente

Matriz de Causa y Efecto																
Rango de importancia del cliente	10	9	8													
Salida, Req. O CTQ's	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Entradas del proceso	Peso	Precio	Color	Requisito	TOTAL											
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																

**Nota:** deben participar mercadotecnia, desarrollo del producto, producción y de ser posible el cliente y/o usuario.

**Paso 3:** Anotar entradas clave

Matriz de Causa y Efecto																
Rango de importancia del cliente	10	9	8													
Salida, Req. O CTQ's	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Entradas del proceso	Peso	Precio	Color	Requisito	TOTAL											
1	Operación															
2	Trasporte															
3	Inspección															
4	Demora															
5	Almacenamiento															
6	Operación 2															
7	Trasporte 2															
8	Inspección 2															

**Nota:** Las entradas del proceso siguen el diagrama de flujo paso a paso

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>														
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.										<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01				
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>														
	<b>VERSION:</b> 01										<b>CAP-I</b>				

**Paso 4:** Relacionar las entradas con los requerimientos

Rango de importancia del cliente		10	9	8												
Salida, Req. O CTQ's		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Entradas del proceso		Peso	Precio	Color	Requisito	TOTAL										
1	Operación	10	10	10												
2	Trasporte	9	9	9												
3	Inspección	10	7	9												
4	Demora	6	6	6												
5	Almacenamiento	4	8	10												
6	Operación 2	6	6	6												
7	Trasporte 2	4	4	4												
8	Inspección 2	5	0	8												

**Nota:** Hacer una estimación subjetiva de que tanto influyen las variables de entrada en los requerimientos o salidas CTQ's

**Paso 5:** Multiplicar e identificar prioridad

Rango de importancia del cliente		10	9	8												
Salida, Req. O CTQ's		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Entradas del proceso		Peso	Precio	Color	Requisito	TOTAL										
1	Operación	10	10	9												262
2	Trasporte	9	6	9												216
3	Inspección	10	7	10												232
4	Demora	6	6	6												162
5	Almacenamiento	4	8	10												192
6	Operación 2	6	6	6												162
7	Trasporte 2	4	4	4												108
8	Inspección 2	5	0	8												114

**Nota:** Se identifican las variables que más influyen en la valoración de las salidas.

	MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO													
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.										CODIGO: SSIMB-17-01			
											FECHA: 10-10-2017			
	INDUSTRIA AVÍCOLA										VERSION:01		CAP-I	

### Paso 6: Ordenar números resultantes

Matriz de Causa y Efecto															
Rango de importancia del cliente	10	9	8												
Salida, Req. O CTQ's	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Entradas del proceso	Peso	Precio	Color	Requisito	TOTAL										
1 Operación	10	10	9												262
2 Inspección	10	7	10												232
3 Transporte	9	6	9												216
4 Almacenamiento	4	8	10												192
5 Demora	6	6	6												162
6 Operación 2	6	6	6												162
7 Inspección 2	5	0	8												114
8 Transporte 2	4	4	4												108

**Nota:** Ordenando los números resultantes se observa que:

- El ensamble, Inspección, y Transporte, iniciales son los más importantes.
- Ahora se evalúan los planes de control para sus variables clave (KPIV's)

*Hasta aquí el ejemplo.*

### 6.3.3.5 Diagrama Matricial

El diagrama matricial (DM) es una herramienta que prescribe grandes grupos de características, funciones y actividades de tal carácter que se pueden representar gráficamente los puntos de conexión lógica existentes entre ellos. También se muestra la importancia relativa de cada punto de conexión en relación con el resto de correlaciones (Garza, González, y Rodríguez, 2016).

Dicho diagrama se basa en el principio de que si se sitúa un conjunto de elementos en las filas de una matriz (horizontales) y otro conjunto de elementos en columnas de la misma matriz (verticales), los puntos de intersección de filas y columnas indicarán la relación entre ambos conjuntos.

Una de las características más importantes de éste diagrama es la utilización de símbolos que indican de forma visual la fuerza de las relaciones existentes en cada intersección.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP-I</b>

### Ejemplo: Diagrama Matricial

Establecer un diagrama matricial (DM), para determinar las relaciones entre efectos y causas, relaciones entre necesidades del cliente (conjunto B) y características de un producto (conjunto A).

Tabla N° 21. Diagrama matricial en L

		Conjunto A						
		Relación Fuerte: F Relación Moderada: M Relación Débil: D	Peso ideal del ave	% nutricional requerido	% de coloración	Presentación.	Sexo	Edad
Conjunto B	Color	F	M	F	M	D	D	F
	Económico	M	F	M	F	F	M	D
	Buena presentación	F	M	F	M	F	M	D
	Textura firme y tierna	D	D	F	M	F	M	D
	Saludable	M	D	D	D	M	D	D
	Sirve para múltiples usos	F	M	F	M	D	F	D
	Buen Peso (Grande)	M	D	D	F	M	D	F

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

¿Cómo se indica si existe o no una relación entre los distintos elementos, y en caso afirmativo la fuerza de tal relación?

El método consiste en utilizar un código visual (Los símbolos utilizados también suelen variar) con el objeto de que el diagrama matricial (DM), proporcione el máximo de información. Existen muchas formas de codificar, aunque las más utilizadas parten del supuesto de categorizar tres distintos grados de relación: relación fuerte, relación moderada y relación débil.

En ocasiones se utilizan estas matrices con el objeto de identificar el área o áreas responsables de algún problema y la codificación pudiera ser basada en el tecnicismo del técnico encargado del mismo.

*Hasta aquí el ejemplo.*

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP-I</b>

### 6.3.3.6 Benchmarking

Es el proceso sistemático y continuo para valorar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones que son reconocidas como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar mejoras organizacionales (Calderón, 2011).

Objetivo del Benchmarking (BMK)

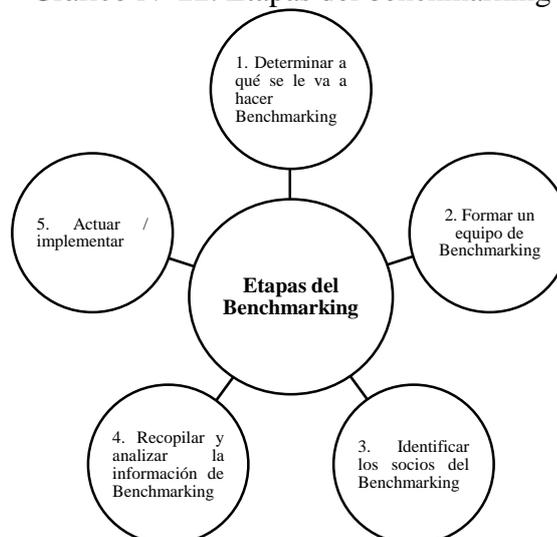
- Conseguir superioridad en todas las áreas - calidad, fiabilidad del producto y costos.
- Funcionar como una herramienta por la cual se identifican, establecen y logran estándares de excelencia, basándose en la “realidad del mercado”.

Las cosas se deben someter al proceso de benchmarking son:

- Productos y servicios
- Procesos de trabajo
- Funciones de apoyo
- Desempeño organizacional
- Estrategias

Las cinco etapas del benchmarking:

Gráfico N° 22. Etapas del benchmarking



**Fuente:** Calderón (2011)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	VERSION:01	CAP-I

**Ejemplo:** Plan de acción Benchmarking (BMK)

Tabla N° 22. Plan de Acción Benchmarking (BMK)

Actividad	Propósito	Responsable	Tiempo	Periodo	
1 Determinar a qué se le va a hacer Benchmarking	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir quiénes son los clientes para la información del benchmarking.</li> <li>- Determinar las necesidades de información de benchmarking de los clientes.</li> <li>- Identificación de factores críticos de éxito.</li> <li>- Diagnóstico del proceso de benchmarking.</li> </ul>	Gerente del proyecto.	3 meses	09/2017	
		Gerente de producción.			1s 2s 3s 4s
		Auxiliar de producción.			
2 Equipo de benchmarking	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consideración de benchmarking como actividad de equipo.</li> <li>- Tipos de equipos de benchmarking.</li> <li>- Grupos funcionales de trabajo.</li> <li>- Equipos interfuncionales, interdepartamentales y equipos interorganizacionales.</li> <li>- Quiénes son los involucrados en el proceso de benchmarking.</li> <li>- Definir funciones y responsabilidades del equipo de benchmarking.</li> <li>- Definición de habilidades y atributos de un practicante eficiente de benchmarking.</li> <li>- Capacitación.</li> <li>- Calendarización</li> </ul>	Gerente del proyecto.	3 meses	09/2017	
		Gerente de producción.			1s 2s 3s 4s
		Auxiliar de producción			
3 Identificar los socios del Benchmarking	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimiento de red de información propia.</li> <li>- Identificar recursos de información.</li> <li>- Buscar las mejores prácticas.</li> <li>- Redes de Benchmarking.</li> <li>- Otras fuentes de información.</li> </ul>	Gerente del proyecto.	3 meses	10/2017	
		Gerente de producción.			1s 2s 3s 4s
		Auxiliar de producción			
4 Recopilar y analizar la información de Benchmarking	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocerse.</li> <li>- Recopilar la información.</li> <li>- Organizar información.</li> <li>- Análisis de la información</li> </ul>	Gerente del proyecto.	3 meses	10/2017	
		Gerente de producción.			1s 2s 3s 4s
		Auxiliar de producción			
5 Actuar / implementar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Producir un informe de benchmarking.</li> <li>- Presentación de resultados a los clientes de benchmarking.</li> <li>- Identificar posibles mejoras de productos y procesos.</li> <li>- Visión del proyecto en su totalidad.</li> </ul>	Gerente del proyecto.	3 meses	11/2017	
		Gerente de producción.			1s 2s 3s 4s
		Auxiliar de producción			

Elaborado Por: Muyulema (2017)

*Hasta aquí el ejemplo.*

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-I

Ventajas al utilizar el benchmarking

Tabla N° 23. Ventajas al utilizar el benchmarking

N°.	<b>Ventajas Benchmarking</b>
<b>1</b>	Ofrece un camino más rápido de desempeño notorio
<b>2</b>	Muestra qué procesos son candidatos para mejora continua y cuáles requieren cambios mayores
<b>3</b>	Tiene orientación al cliente y le da valor
<b>4</b>	Hay falta de tiempo para la mejora gradual
<b>5</b>	Ubica a la firma en donde está con respecto a práctica y procesos de su clase, y qué debe ser cambiado
<b>6</b>	Aporta un modelo mejor en su clase para ser adoptado o, mejorado
<b>7</b>	Es un compromiso hacia la calidad total, ya que la apoya a dar los mejores medios para la mejora y rápida, significativa de procesos o prácticas
<b>9</b>	Sirve de apoyo al proceso de planificación estratégica
<b>10</b>	Sirve como base para la fijación de objetivos
<b>11</b>	Como base para las nuevas ideas

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

### 6.3.3.7 Costos de Calidad

Según Alveiro (2011) los costos de calidad son un medio para evaluar los esfuerzos de control de costos e identificar oportunidades de disminución de costos por medio de mejoras al sistema. Las categorías correspondientes a los costos de calidad son:

- Costos de Prevención
- Costos de Evaluación
- Costos de Falla interna
- Costos de Falla externa

En la siguiente tabla se detalla la clasificación los costos de calidad, y sus diferentes centros de responsabilidad.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>			
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el		<b>CODIGO: SSIMB-17-01</b>	
	Balanced Scorecard.		<b>FECHA: 10-10-2017</b>	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:01</b>	<b>CAP-I</b>

Tabla N° 24. Clasificación de los costos de calidad

Centro de responsabilidad	Costes de obtención de la calidad		Costes de fallos	
	Costes de prevención		Internos	Externos
<b>Investigación y desarrollo</b>	Formación Diseño Ensayo de homologación del diseño del producto. Elaboración de especificaciones de proceso y de producto <i>Benchmarking</i>	Diagnóstico prototipos. Chequeo de especificaciones. Normalización de diseños.	Errores de concepción. Cambios y correcciones en diseños Reprocesos debidos a cambios de diseño. Desechos debidos a cambios de diseño.	de Reclamaciones por errores de diseño. y Devoluciones por errores de diseño. Análisis de devoluciones por errores de diseño. Pérdida de ventas por retrasos en el lanzamiento de productos.
<b>Compras</b>	Formación. Revisión de proveedores. Mejora de proveedores. Implementación compras. <i>Benchmarking.</i>	Auditoría de proveedores. Inspecciones y ensayos a la recepción de materiales. Homologación del producto del proveedor.	Errores en materiales Inventarios de materiales excesivos. Costes de devolución a proveedores. Reproceso de los rechazos a proveedores. Pérdidas de materiales incontrolados.	de Reclamaciones de clientes por errores en los materiales.
<b>Producción</b>	Formación. Implementación y revisión de procedimientos. Control de procesos. <i>Benchmarking.</i>	Inspecciones de materiales. Inspección de procesos y de equipos. Inspección de productos acabados. Apoyo de laboratorio. Equipos de medida.	Desperdicios. Reprocesos. Reinspecciones. Reparaciones. Análisis de fallos. Subactividad.	Indemnizaciones por garantías. Plazos de entrega con demoras. Penalizaciones.
<b>Mantenimiento</b>	Formación. Mantenimiento preventivo.	Implementación y revisión de procedimientos. <i>Benchmarking.</i>	Inspección de equipos. Paradas en la línea de producción. Análisis de fallos en equipos. Exceso de consumos de energía y materiales.	Plazos de entrega con demoras por errores en los equipos.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>			
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		CODIGO: SSIMB-17-01	
			FECHA: 10-10-2017	
<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>			VERSION:01	CAP-I

<b>Calidad</b>	Formación. Manual de calidad. Programa de calidad total.	Estudio de clientes <i>Benchmarking</i> .	Laboratorio de ensayos. Evaluaciones externas.	Fallos en el sistema de calidad.	Tratamiento de quejas de los clientes.
<b>Ventas</b>	Formación. Investigación de mercados.	Procedimientos de ventas. <i>Benchmarking</i> .	Inspección de la red de ventas.	Inventarios excesivos por errores en la previsión de ventas. Sobre costes de producción por errores en la previsión de ventas.	Pérdida de ventas por mala imagen.
<b>Distribución</b>	Formación. Procedimientos de distribución.	<i>Benchmarking</i>	Inspección de productos antes y después de la distribución.	Reprocesos por errores en el empaquetado o el transporte	Pedidos entregados en domicilios incorrectos.
<b>Servicio post-venta</b>	Formación. <i>Benchmarking</i> .	Procedimientos de servicio post-venta.	Inspecciones de intervenciones del servicio post-venta.	Falta de atención al cliente.	Retrasos en la intervención del servicio post-venta.
<b>Contabilidad y finanzas</b>	Formación. Procedimientos de contabilidad y finanzas. <i>Benchmarking</i>		Auditoría interna. Inspección de facturas antes del envío.	Informes entregados fuera de plazo.	Insolvencias de clientes. Incremento del plazo de cobro.
<b>Marketing</b>	Formación. Procedimiento de marketing.	Investigación de mercados. <i>Benchmarking</i> .	Inspección de correspondencia antes del envío	Excesos de inventarios por errores en la previsión. Reducción de la cuota de mercado.	Productos que no satisfacen las necesidades de los clientes.
<b>Recursos humanos</b>	Formación. Procedimientos de Planes de <i>Benchmarking</i> .	de personal. carrera.	Inspección de evaluaciones de empleados.	Errores en la selección de personal. Desmotivación de la plantilla. Clima laboral negativo.	Baja calidad de los empleados en sus relaciones con los clientes internos y externos. Retrasos en la entrega de pedidos por conflictos laborales.
<b>Logística</b>				Envíos perdidos o demorados	

**Fuente:** Alveiro (2011)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	VERSION:01	CAP-I

Ventajas del sistema de costos de calidad

Tabla N° 25. Ventajas del sistema de costos de calidad

N°.	VENTAJAS
1	Es una herramienta para administrar con base a la calidad
2	Alinea calidad y metas de la empresa
3	Proporciona una forma de medir el cambio
4	Mejora el uso efectivo de los recursos
5	Enfatiza hacer las cosas bien a la primera
6	Ayuda a establecer nuevos productos y proceso

Elaborado Por: Muyulema (2017)

### 6.3.3.8 Entregables de la fase de definición

En esta etapa los entregables serían:

Tabla N° 26. Entregables de la fase

N°.	ENTREGABLES	IDENTIFICACIONES
1	Identificar los requerimientos del cliente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Identificar al cliente</li> <li>– Recolectar los datos para identificar los requerimientos del cliente</li> <li>– Construir un mapa de proceso a detalle para identificar los requerimientos del cliente</li> </ul>
2	Project Charter	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Desarrollar el enunciado del problema y de la meta</li> <li>– Evaluar el alcance del proyecto</li> <li>– Seleccionar a los integrantes del equipo y sus roles</li> <li>– Desarrollar el contrato</li> <li>– Buscar la aprobación del contrato</li> </ul>
3	Plan de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Directrices</li> </ul>
4	Mapa del proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Identificación y Gestión Sistemática de los procesos desarrollados en la organización y en particular de las interacciones entre tales procesos.</li> </ul>

Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-I

En el siguiente capítulo se verán las herramientas más utilizadas en la Fase de Medición;  
El medir persigue dos objetivos fundamentales:

1. Tomar datos para validar y cuantificar el problema o a su vez la oportunidad. Esta es una información crítica para refinar y completar el desarrollo del plan de mejora continua.
2. Identificar las causas reales del problema.

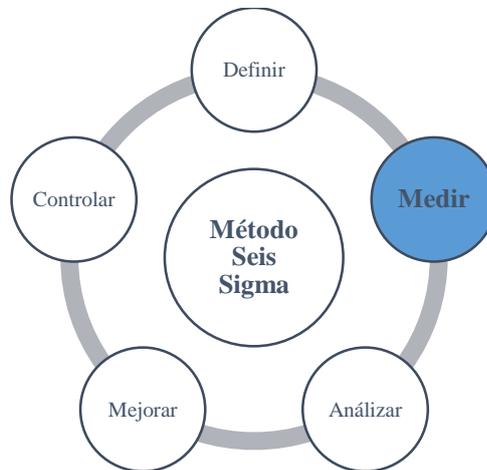
La comprensión de estadística se hace fundamental, considerando que: *“La calidad no se mejora, a no ser que se la evalúe”*.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP-II</b>

### 6.3.4 Capítulo 2. Fase de Medición

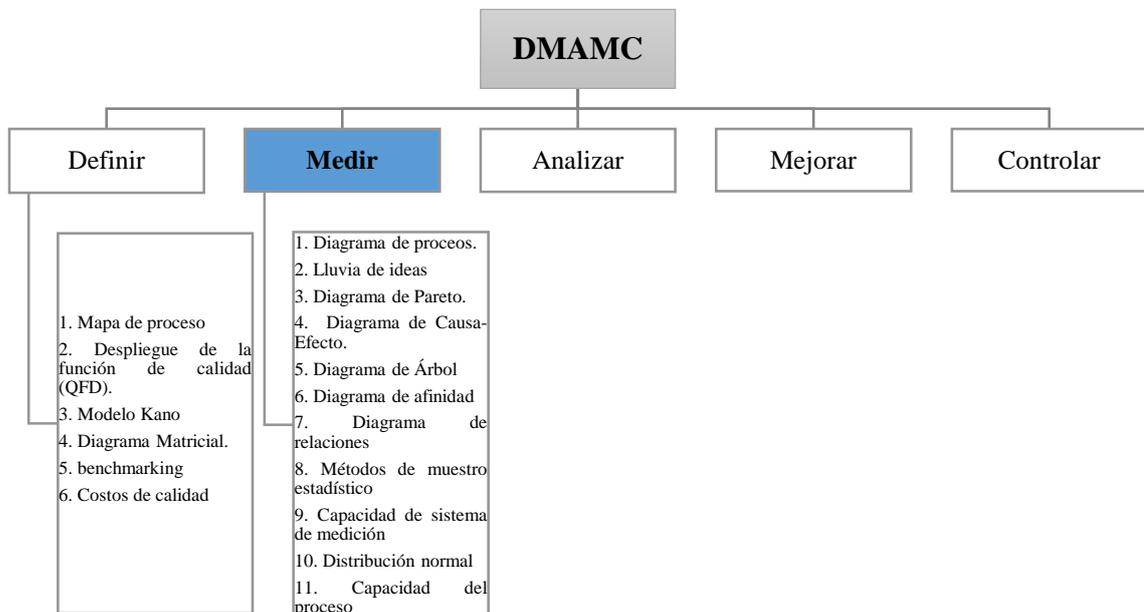
#### 6.3.4.1 Introducción

La fase de medición se enfoca a seleccionar una o más características para ser medidas, definiendo cómo serán medidas, estableciendo para ello un plan de recolección de datos y la recolección de datos. Esta fase es importante porque asegura que los datos que se relacionan con los requerimientos del cliente y el desempeño actual del proceso sean precisos, claros y confiables.



Las Herramientas a utilizar pueden ser:

Gráfico N° 23. Herramientas en la Fase de Medición



	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP-II</b>

Los objetivos de esta fase son:

- a) Conocer el uso de las herramientas de la fase de medición
- b) Establecer que mediciones son importantes para el proyecto
- c) Identificar los tipos, fuentes y causas de la variación en el proceso
- d) Desarrollar un plan de recolección de datos relevantes
- e) Convertir los datos derivados en números para conocer sus comportamientos
- f) Realizar un análisis concienzudo del sistema de medición (MSA)
- g) Detectar cual es la periodicidad con la que ocurren los defectos

En todos los procesos desde sus puntos de iniciación y terminación, existe variación, en esta fase el propósito es medir dicha variación, para saber si existen datos que se encuentren fuera de especificaciones, que estén causando problemas en nuestros procesos.

Para realizar esta actividad es de suma importancia conocer: ¿qué es lo que necesitamos medir? y ¿cómo lo vamos a medir? A lo largo de este capítulo tenemos diferentes herramientas que nos ayudarán a responder estas preguntas.

Dependiendo de las condiciones y necesidades que tengamos seleccionaremos una o más herramientas, cabe mencionar que no necesariamente se utilizan todas las herramientas, lo importante es seleccionar cuidadosamente aquellas que nos proporcionen la información más objetiva y precisa.

#### **6.3.4.2 Etapas de la fase de medición**

Esta fase consta de las siguientes etapas:

##### **A. Seleccionar los CTQ'S del proceso (Crítico para la Calidad)**

Observemos la siguiente tabla:

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP:</b> II

Tabla N° 27. Variables dependiente, independiente y de ruido.

$Y = F(X)$		
Y	$X_1, X_2, \dots, X_n$	Z's
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variable dependiente</li> <li>• Salida (respuesta)</li> <li>• Efecto</li> <li>• Síntoma</li> <li>• Monitoreable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variable independiente</li> <li>• Entrada</li> <li>• Proceso</li> <li>• Causa</li> <li>• Problema</li> <li>• Controlable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variables de ruido</li> <li>• Incontrolables</li> </ul>

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Para la elección de Y's podemos utilizar un diagrama de Pareto para priorizar y centrar nuestra atención en el(los) efecto(s) más significativos. La variable dependiente "Y" (o de respuesta) fue anticipadamente determinada en la fase de definición, las X's corresponde a las variables de entrada, las Z's son las variables que de ruido. En esta fase se tratarán de determinar las X's, ya que son las variables que podemos medir y controlar.

En otras palabras:

- "Y" (=) Son los CTQ's del cliente (interno o externo)
- "X's" (=) Son CTQ's del proceso

Para determinar los CTQ's del proceso (X's) seleccionaremos alguna o algunas de las herramientas apropiadas a las necesidades del proyecto que se enuncian de manera general:

Tabla N° 28. Herramientas Estadísticas

<b>HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS</b>			
<b>1</b>	5 Porqués?	<b>10</b>	Diagrama de Pareto
<b>2</b>	5W/1H	<b>11</b>	Diagrama de Relaciones
<b>3</b>	Análisis de Campo de Fuerzas.	<b>12</b>	Diagramas Matriz
<b>4</b>	Benchmarking	<b>13</b>	Hoja de Verificación
<b>5</b>	Capacidad de los sistemas de medición (MSA)	<b>14</b>	Lluvia de ideas
<b>6</b>	Carta de tendencias	<b>15</b>	Mapa de procesos
<b>7</b>	Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa o Fishbone)	<b>16</b>	Matriz Causa y efecto
<b>8</b>	Diagrama de Afinidad	<b>17</b>	QFD
<b>9</b>	Diagrama de Dispersión	<b>18</b>	Técnica de grupos nominales.

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

## B. Establecer y validar el plan de recolección de datos

Según Gutiérrez (2013) para realizar la recolección de datos podemos ayudarnos del diagrama 5W-1H el cual consiste en contestar las siguientes preguntas, cuyo objetivo es recolectar datos confiables, que reflejen la realidad de lo que está sucediendo:

Tabla N° 29. Diagrama 5W-1H

N°.	5W	INTERROGANTE
1	(What)	¿Qué vamos a hacer?
2	(Why)	¿Por qué vamos a hacer eso?
3	(Where)	¿En dónde lo vamos a hacer?
4	(Who)	¿Quién va a hacer qué?
5	(When)	¿Para cuándo lo van a hacer?
N°.	1H	INTERROGANTE
1	(How)	¿Cómo lo vamos a hacer?

Elaborado Por: Muyulema (2017)

**Nota:** Hay algunos textos que incluyen otra H más que es: (How much) ¿Cuánto me va a costar?

Ventajas de ésta herramienta:

Tabla N° 30. Ventajas del diagrama 5W-1H

N°.	VENTAJAS DEL DIAGRAMA 5W-1H
1	Provee una estrategia clara y documentada al recolectar datos confiables.
2	Da a los miembros del equipo una referencia común.
3	Ayuda a asegurar que los recursos sean usados efectivamente para recolectar únicamente datos críticos.

Elaborado Por: Muyulema (2017)

## C. Estadística básica para la fase de Medición

La **estadística descriptiva** es la rama de las matemáticas que percibe la recopilación, presentación, tabulación, análisis e interpretación de datos cualitativos y cuantitativos, para la toma de decisiones a fin de que el comportamiento de los datos se mantenga dentro de los parámetros de control establecidos (Fermín, Valdiviezo, Orlandoni, y Barreto, 2009). La estadística descriptiva contiene las técnicas que se relacionan con el resumen y la descripción de datos numéricos, tablas, gráficas y diagramas que muestran los datos y facilitan su interpretación.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

La **Estadística inferencial** se refiere a la estimación de parámetros y pruebas de hipótesis acerca de las características de la población en base a los datos obtenidos con una muestra (Vertel, Cepeda, y Lugo, 2014). Para poder obtener consecuencias y deducciones válidas de los datos de una estadística, es muy útil contar con información sobre los valores que se agrupan hacia el centro y sobre qué tan distanciados o dispersos estén unos respecto a otros.

- Las medidas de tendencia central son: la media, mediana y moda.
- Las medidas de dispersión: son el rango, la desviación estándar y el coeficiente de variación.
- Otras medidas son: percentiles, deciles y cuartiles representados en el diagrama de caja.

#### ❖ Estadísticas Descriptiva

En el menú de Análisis de datos del Excel podemos obtener estadísticas de un conjunto determinado de datos.

#### **Ejemplo:** Estadísticas Descriptiva

**Datos:** Con un peso de llegada promedio del ave (3 días de nacidos) 50grs, se espera analizar la eficiencia del proceso de crianza en peso a las 3 semanas, se estima un indicador recomendable promedio a alcanzar de  $1.100\text{grs} \pm 33$ , tomando una muestra aleatoria en diferentes bloques se obtiene.

1.110	1.099	1.110	1.100	1.062	1.078	1.081
1.102	1.100	1.100	1.068	1.102	1.102	1.109
1.111	1.119	1.102	1.100	1.107	1.112	1.100
1.100	1.100	1.060	1.079	1.121	1.110	1.122
1.119	1.101	1.120	1.100	1.099	1.087	1.068
1.090	1.100	1.100	1.123	1.069	1.123	1.046
1.118	1.105	1.115	1.102	1.120	1.135	1.099
1.102	1.102	1.122	1.068	1.078	1.084	1.082
1.122	1.101	1.100	1.100	1.120	1.100	1.046
1.101	1.100	1.150	1.045	1.081	1.082	1.100
1.068	1.104	1.089	1.102	1.100	1.078	1.046
1.100	1.101	1.100	1.099	1.122	1.090	1.078
1.102	1.100	1.080	1.104	1.097	1.068	1.081
1.109	1.102	1.078	1.101	1.077	1.079	1.122

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

Utilizando el Excel, realizamos lo siguiente:

Seleccione: Herramientas > Análisis de datos > Estadística descriptiva

<b>RESUMEN</b>	
Media	1096,61224
Error típico	1,98583415
Mediana	1100
Moda	1100
Desviación estándar	19,6587551
Varianza de la muestra	386,466653
Curtosis	0,64765265
Coefficiente de asimetría	-0,54086655
Rango	105
Mínimo	1045
Máximo	1150
Suma	107468
Cuenta	98
Nivel de confianza (95,0%)	3,94133108

*Hasta aquí el ejemplo.*

### ***Distribución de frecuencias e Histogramas***

Según Vertel, Cepeda, y Lugo (2014) cuando poseemos un conjunto grande de datos es difícil poder analizarlos, a menos que hagamos uso de herramientas que nos permitan hacerlo con mayor facilidad y claridad. El histograma es una herramienta, se utiliza para ilustrar muestras agrupadas en intervalos. Para construir un histograma se recomienda tener un mínimo de 50 a 100 datos.

#### **Ejemplo: Distribución de frecuencias e Histogramas**

De los datos del ejemplo anterior, construir un Histograma

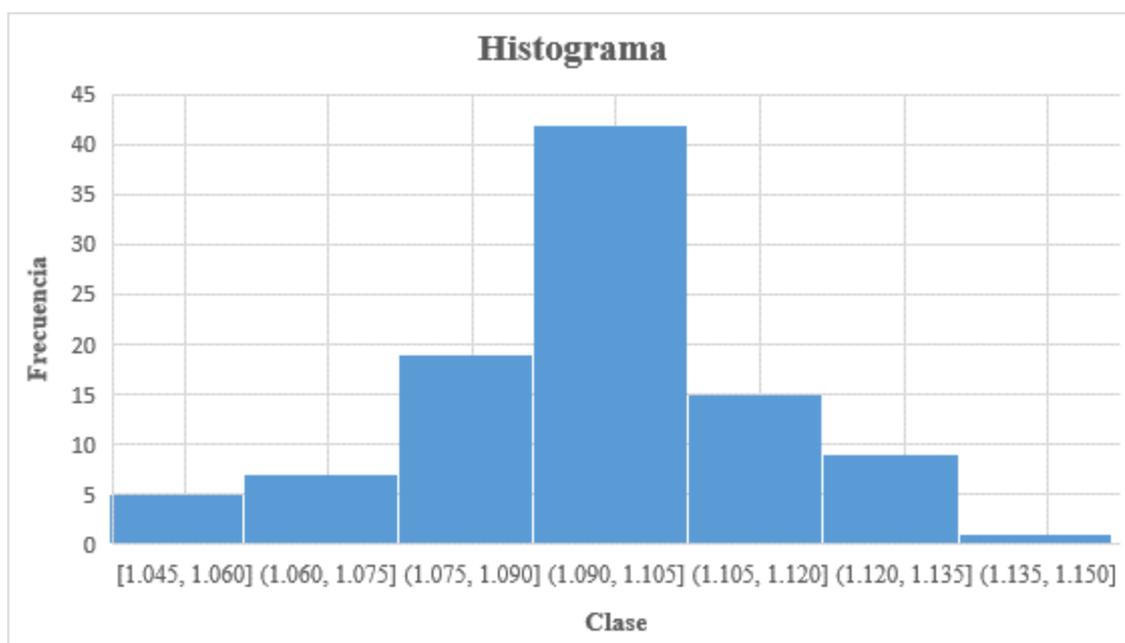
<b>Columna</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Registro de frecuencias</b>	
<b>1</b>	1.045 – 1.060	I	5
<b>2</b>	1,060 – 1.075	VII	7
<b>3</b>	1.075 – 1.090	VIII	19
<b>4</b>	1.090 – 1.105	XLII	42
<b>5</b>	1.105 – 1.120	XV	15
<b>6</b>	1.120 – 1.135	IX	9
<b>7</b>	1.135 – 1.150	I	1

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP-II</b>

Utilizando el Excel, obtener el Histograma de frecuencias:

1. En el menú herramientas elija la opción análisis de datos.
2. Elija la opción que indica histograma.
3. Seleccione el rango de entrada, estos pertenecen a los datos numéricos de la tabla.
4. Elija el rango de clases, antes escribir en una columna los intervalos de clase.
5. En opciones de salida seleccione una celda de la hoja de cálculo que este en blanco (a partir de esta celda será insertado el histograma).
6. Una vez insertado el histograma podrá hacer modificaciones de la escala, color, títulos etc. Haciendo clic en el elemento deseado.

Gráfico N° 24. Histograma de Frecuencias



**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

*Hasta aquí el ejemplo.*

### **Diagrama de Caja**

Para Gutiérrez (2009) es un diagrama que proporciona información sobre el centro, la dispersión y la asimetría o sesgo; utiliza cuartiles, y así, es resistente a las observaciones aberrantes.

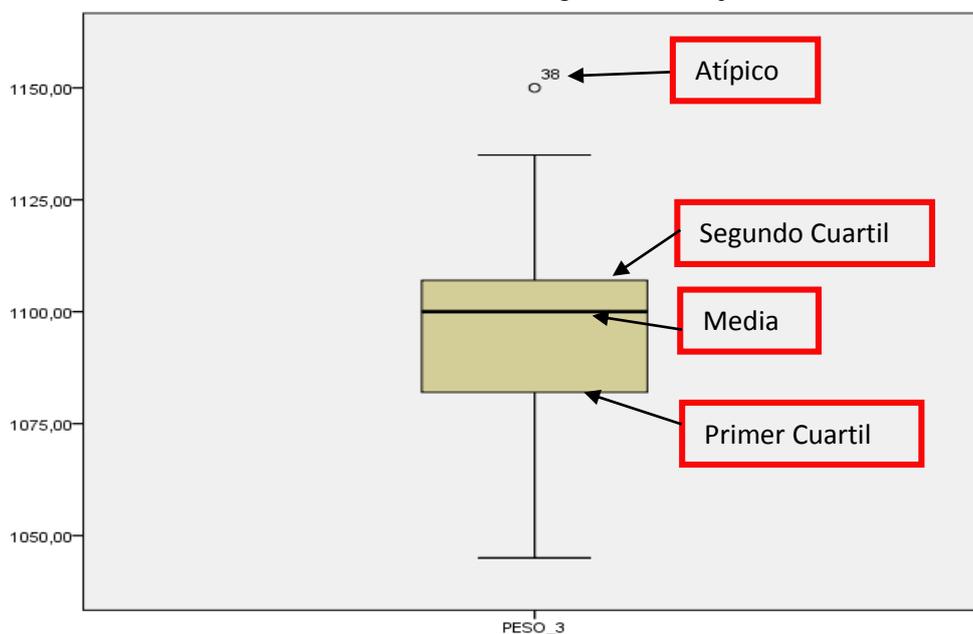
	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

### Ejemplo: Diagrama de Caja

Utilizando el SPSS 23, para obtener el Diagrama de Caja:

Capture los datos en la hoja de trabajo > Seleccione la opción: Gráficos > Cuadro de diálogos antiguos > Diagramas de caja > Seleccionar simple > Seleccionar variable > Aceptar.

Gráfico N° 25. Diagrama de Caja



Elaborado Por: Muyulema (2017)

*Hasta aquí el ejemplo.*

A continuación, se exterioriza algunas herramientas estadísticas para solución de problemas considerando ciertos entornos típicos de la industria avícola en la provincia de Chimborazo.

#### 6.3.4.3 Diagrama de procesos

Dentro de los modelos de gestión y/o sistemas de calidad resulta de gran utilidad representar la estructura y relaciones de los sistemas mediante diagramas de flujo, en ingeniería se clasifican en dos tipos: vertical y horizontal (Chase, Aquilano, y Jacobs, 2000)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

## Ventajas de los diagramas de flujo

Tabla N° 31. Ventajas de los diagramas de flujo

N°	Ventajas
1	Proveen una secuencia gráfica de cada uno de los pasos que componen una operación desde el inicio hasta el final. Permitiendo una mejor visualización y comprensión del proceso.
2	Los diagramas de flujo pueden minimizar grandes volúmenes de documentación, incluyendo la documentación ISO 9000.
3	Facilitan el desarrollo de Procedimientos Estándar de Operación.
4	Permiten detectar áreas de mejora en los procesos.

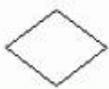
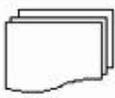
**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

**Nota:** Al tener un procedimiento de operación estándar se reduce en gran medida la variación y el tiempo de ciclo.

## Descripción de símbolos

Para la construcción de *diagramas de flujo de procesos* se utilizan los símbolos descritos a continuación:

Gráfico N° 26. Simbología en los diagramas de flujo

SÍMBOLO	REPRESENTA	SÍMBOLO	REPRESENTA
	<b>Terminal:</b> Indica el inicio o la terminación del flujo del proceso.		<b>Actividad:</b> Representa una actividad llevada a cabo en el proceso.
	<b>Decisión:</b> Indica un punto en el flujo en que se produce una bifurcación del tipo "SI" – "NO"		<b>Documento:</b> Se refiere a un documento utilizado en el proceso, se utilice, se genere o salga del proceso.
	<b>Multidocumento:</b> Refiere a un conjunto de documentos. Un ejemplo es un expediente, que agrupa a distintos documentos.		<b>Inspección / Firma:</b> Empleado para aquellas acciones que requieren una supervisión (como una firma o "visto bueno").
	<b>Conector de proceso:</b> Conexión o enlace con otro proceso diferente, en la que continúa el diagrama de flujo.		<b>Archivo Manual:</b> Se utiliza para reflejar la acción de archivo de un documento y/o expediente.
	<b>Base de datos/aplicación:</b> Empleado para representar la grabación de datos.		<b>Línea de Flujo.</b> Proporciona indicación sobre el sentido de flujo del proceso.

**Fuente:** (Chase, Aquilano, y Jacobs, 2000)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

Tabla N° 32. Pasos para la elaboración de un diagrama de flujo

N°	Pasos	Particularidades
1	Describir el proceso a evaluar:	Comenzar con los procesos que se consideran de mayor impacto en la organización.
2	Definir todos los pasos que componen un producto o servicio.	Cada paso deberá de ser discutido y analizado a detalle utilizando la pregunta – ¿Por qué se hace de esta manera?
3	Conectar las actividades.	Conectar las actividades mediante flechas, cada símbolo debe describir la actividad que se realiza con pocas palabras.
4	Comparar el proceso actual con el proceso considerado como “ideal”	Responde a las siguientes preguntas, pueden servir de guía: – ¿Existen pasos demasiado complejos? – ¿Existe duplicidad o redundancia? – ¿Existen puntos de control para prevenir errores? ¿deberían de existir? – ¿El proceso funciona en la manera en la cual debería de hacerse? – ¿Se puede realizar el proceso de diferente manera?
5	Mejoras del proceso	Las mejoras son priorizadas y se llevan a cabo planes de acción.
6	Implementar el nuevo procedimiento:	Una vez realizadas las mejoras se dan a conocer a las personas involucradas en el proceso y se verifica su efectividad.

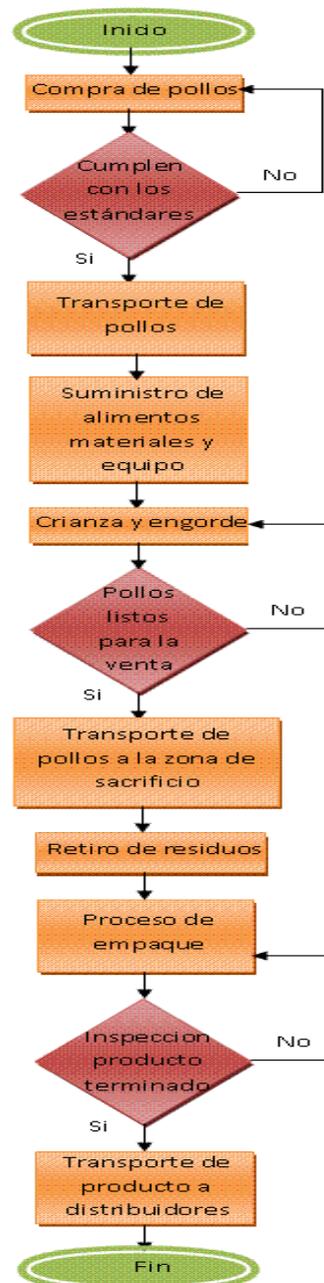
**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
		<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP-II</b>

**Ejemplo 1:** Diagramas de flujo de procesos

Estructura básica del diagrama de flujo para crianza y engorde de pollos

Gráfico N° 27. Diagrama de flujo para crianza y engorde de pollos



**Fuente:** Empresa Avícola Adriancito

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

*Hasta aquí el ejemplo.*

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP:</b> II

## Ejemplo 2. Diagramas de flujo de procesos

Diagrama de flujo del proceso en la recepción de materias primas.

Tabla N° 33. Diagrama de flujo del proceso para la recepción de MP e Insumos

<b>DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS PARA LA RECEPCIÓN DE MP E INSUMOS</b>					
Ubicación: Granja Avícola Adriancito					
Lugar: Área de producción		Evento	Inicial	Actual	Ahorro
Actividad: Pesaje de materia prima e insumos		Operación	7	7	0
Fecha: 04-09-2017		Diagrama N°. 1	Demora	2	0
Método actual:			Inspección	6	0
Método propuesto: X		Transporte	5	0	
Elaborado: Ing. Juan Carlos Muyulema A		Almacenamiento	3	0	
comentarios:		Tiempo (min)	449,47	428,83	20,64
		Distancia (m)	161,00	161,00	0
	Descripción de los eventos	Símbolo	Tiempo inicial	Tiempo actual	Distancia (m)
1	Recepción de camión		9,97	9,97	20
2	Pedir factura		4,95	4,95	
3	Alzar y cargar maíz		0,11	0,11	
4	A mesa de pruebas		0,30	0,30	10
5	Verificación de parámetros		6,00	6,00	
6	Etiquetado de MP e insumos		1,06	1,06	
7	Almacenamiento maíz		249,60	240,00	28
8	Espera llegada del otro camión		15,01	15,01	
9	Recepción de camión		9,99	9,99	20
10	Pedir factura		5,02	5,02	
11	Alzar y cargar soya		0,11	0,11	
12	A mesa de pruebas		0,30	0,30	10
13	Verificación de para metros		5,98	5,98	
14	Etiquetado de MP e insumos		1,07	1,07	
15	Almacenamiento soya		48,00	45,00	28
16	Espera llegada camión de insumos		14,98	10,00	
17	Recepción de camión		9,96	9,96	20
18	Pedir factura		5,01	5,01	
19	Alzar y cargar insumos		0,11	0,11	
20	A mesa de pruebas		0,30	0,30	10
21	Verificación de parametros		30,21	30,21	
22	Etiquetado de MP e insumos		1,06	1,06	
23	Almacenamiento de insumos		30,36	27,30	15
<b>TOTAL</b>			<b>449,46</b>	<b>428,82</b>	<b>161,00</b>

**Fuente:** Empresa Avícola Adriancito

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

El diagrama propuesto muestra un ahorro en tiempo de 20.64 minutos, obtenido mediante la modificación del espacio de almacenamiento, ordenando y limpiando toda el área de bodegas.

*Hasta aquí el ejemplo.*

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

#### 6.3.4.4 Lluvia de ideas

Es una técnica de grupo diseñada para crear ideas originales en un ambiente relajado. Esta herramienta se emplea cuando se realiza una búsqueda de ideas creativas, para generar más y mejores ideas. Muy útil cuando se pretende obtener un amplio número de ideas sobre las posibles causas de un problema, acciones a tomar, o cualquier otra cuestión.

Tabla N° 34. Pasos para utilizar la técnica de lluvia de ideas

N°.	TÉCNICA DE LLUVIA DE IDEAS
1	Escoger a alguien para que sea el facilitador y apunte las ideas.
2	Escribir en un papelógrafo o pizarrón el problema a discutir.
3	Escribir cada idea en el menor número de palabras y si se llega a repetir una idea verificarla con su contribuidor. Nunca el facilitador puede interpretar o cambiar las ideas.
4	Establecer un tiempo límite. (Aprox. 25 minutos)
5	Fomentar la creatividad. Construir sobre las ideas de otros, pero nunca criticar las ideas.
6	Revisar la lista para verificar su comprensión.
7	Converger las ideas (Eliminar las duplicaciones, problemas irrelevantes y aspectos no aplicables). El grupo llegará al consenso en las principales ideas y propondrá unas medidas a tomar en función del análisis.
8	Escoger a alguien para que sea el facilitador y apunte las ideas.
9	Escribir en un papelógrafo o pizarrón el problema a discutir.
10	Escribir cada idea en el menor número de palabras y si se llega a repetir una idea verificarla con su contribuidor. Nunca el facilitador puede interpretar o cambiar las ideas.
11	Establecer un tiempo límite. (Aprox. 25 minutos)
12	Fomentar la creatividad. Construir sobre las ideas de otros, pero nunca criticar las ideas.
13	Revisar la lista para verificar su comprensión.
14	Converger las ideas (Eliminar las duplicaciones, problemas irrelevantes y aspectos no aplicables). El grupo llegará al consenso en las principales ideas y propondrá unas medidas a tomar en función del análisis.

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

**Nota:** La técnica lluvia de ideas consigue ser aplicada con gran frecuencia al llevar a cabo otras herramientas, como, por ejemplo, diagramas causa-efecto, 5 porqués, diagrama de afinidad, diseño de experimentos, pruebas de confiabilidad, etc.

#### 6.3.4.5 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta utilizada para el mejoramiento de la calidad en la solución de problemas, sirve para representar datos sobre un problema que permite identificar fácilmente los aspectos más significativos del mismo (Gutiérrez, 2009).

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	VERSION:01	CAP-II

El principio del diagrama de Pareto enuncia que aproximadamente el *80% de los efectos* de un problema se debe a solamente *20% de las causas* involucradas.

El diagrama de Pareto es una gráfica de dos dimensiones que se construye listando las causas de un problema en el eje horizontal, empezando por la izquierda para colocar a aquellas que tienen un mayor efecto sobre el problema, de manera que vayan disminuyendo en orden de magnitud. El eje vertical se dibuja en ambos lados del diagrama: el lado izquierdo representa la magnitud del efecto provocado por las causas, mientras que el lado derecho refleja el porcentaje acumulado de efecto de las causas, empezando por la de mayor magnitud.

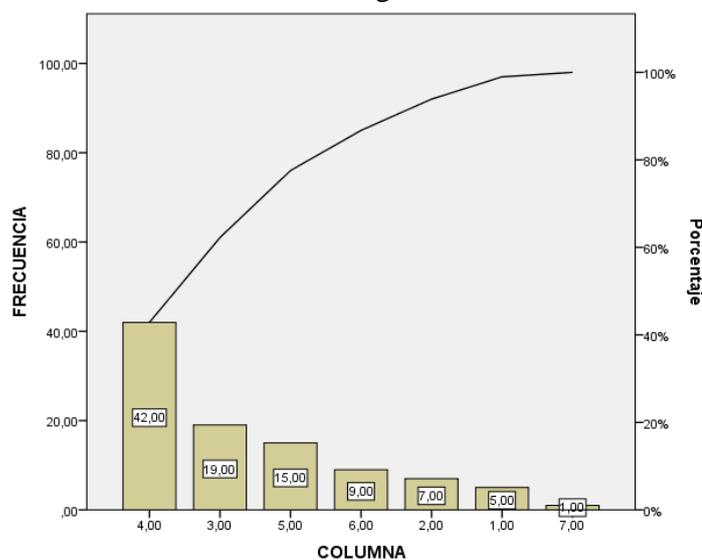
Ventajas del diagrama del diagrama de Pareto

Tabla N° 35. Ventajas del diagrama del diagrama de Pareto

N°.	VENTAJAS
1	Ayuda a concentrarse en las causas que tendrán mayor impacto en caso de ser resueltas.
2	Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
3	Refuerzo a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras.
4	Su formato altamente visible proporciona un incentivo para seguir luchando por más mejoras

Elaborado Por: Muyulema (2017)

Gráfico N° 28. Diagrama de Pareto



Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO: SSIMB-17-01</b>	
		<b>FECHA: 10-10-2017</b>	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:01</b>	<b>CAP-II</b>

### 6.3.4.6 Diagrama de Causa Efecto (Ishikawa)

El diagrama de causa - efecto o algunas veces es llamado diagrama de Ishikawa o espina de pescado, es la representación de varios elementos (causas) de un método que puede contribuir a un problema (efecto) (Gutiérrez, 2013). Es utilizado cuando se precisa identificar las posibles causas de un problema específico. El ambiente gráfico del diagrama permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar puntualmente las posibles causas principales.

Tabla N° 36. Pasos para realizar un diagrama de Causa Efecto

N°.	PASOS	CARACTERÍSTICA
1	Identificar el problema.	El problema es algo que queremos mejorar o controlar, este debe ser físico y concreto, sino el número de elementos en el diagrama será muy alto.
2	Registrar la frase que resume el problema	Dibujar una caja alrededor de la frase que resume el problema
3	Dibujar y marcar las espinas principales	Estas representan la entrada principal / categorías de recursos o factores causales; las categorías a usar son materiales, métodos, máquinas, mente de obra, medio ambiente.
4	Identificar los candidatos para la “causa más probable”.	Las causas seleccionadas por el equipo son opiniones y deben ser verificadas con más datos. Todas las causas en el diagrama no necesariamente están relacionadas de cerca con el problema: el equipo deberá reducir su análisis a las causas más posibles. Hay que encerrar en un círculo la(s) causa(s) más probable seleccionada por el equipo o marcarla con *.

**Fuente:** Gutiérrez (2013)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

### Ventajas Diagrama de Causa Efecto (Ishikawa)

Tabla N° 37. Ventajas del diagrama de Causa Efecto (Ishikawa)

N°.	VENTAJAS DEL DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO
1	Permite que el grupo se concentre en el contenido del problema, no en la historia del problema ni en los distintos intereses personales de los integrantes del equipo.
2	Ayuda a determinar las causas principales de un problema, o las causas de las características de calidad, utilizando para ello un enfoque estructurado.
3	Estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene sobre el proceso.
4	Incrementa el grado de conocimiento sobre un proceso.

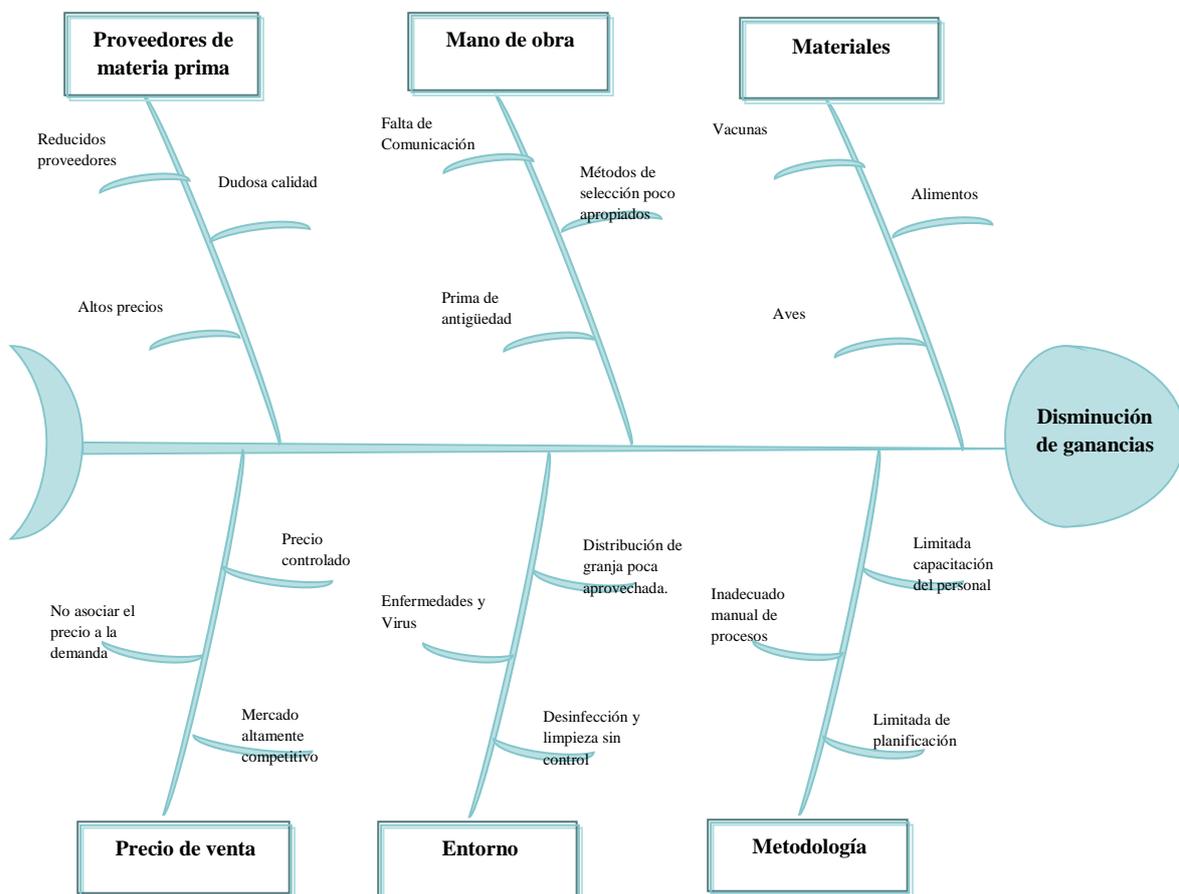
**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01   <b>CAP:</b> II

**Ejemplo:** Diagrama de Causa Efecto (Ishikawa)

La empresa Avícola Adriancito tuvo una disminución de sus ganancias, el equipo de mejora continua que trabaja dentro de la entidad se reunió y analizó el problema, utilizando una lluvia de ideas; se identifica el problema y sus factores causales, posteriormente se procede a bosquejar en el diagrama de Ishikawa para clasificar los factores como a continuación se ejemplifica.

Gráfico N° 29. Diagrama de Causa Efecto o Ishikawa



**Fuente:** Empresa Avícola Adriancito  
**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

**Nota:** Se construye el diagrama con las causas primarias (M's), a partir de estas causas se agrupan las causas secundarias y terciarias derivadas de la lluvia de ideas.

*Hasta aquí el ejemplo.*

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-II

### 6.3.4.7 Diagrama de Árbol

El Diagrama de Árbol, o sistemático, es una técnica que permite obtener una visión de conjunto de los medios necesarios para alcanzar una meta o resolver un problema (Gutiérrez, 2013).

Partiendo de una información general, como la meta a alcanzar, se incrementa gradualmente el grado de detalle sobre los medios necesarios para su consecución. Este mayor detalle se representa mediante una estructura en la que se comienza con una meta general (el "tronco") y se continúa con la identificación de niveles de acción más precisos (las sucesivas "ramas"). Las ramas del primer nivel constituyen medios para alcanzar la meta, pero, a su vez, estos medios también son metas, objetivos intermedios, que se alcanzarán gracias a los medios de las ramas del nivel siguiente. Así repetidamente hasta llegar a un grado de concreción suficiente sobre los medios a emplear.

#### **Ejemplo:** Diagrama de Árbol

Para hacer frente a las ventas la empresa avícola puede tomar las siguientes acciones: hacer horas extras, contratar mano de obra, alquilar maquinaria, e incluso puede no tomar ninguna acción. Las ventas por su parte pueden ser crecientes o decrecientes, siendo  $p$  la probabilidad de que las ventas sean crecientes. A tenor de un estudio realizado por la propia empresa, los beneficios esperados en cada caso se muestran en la tabla siguiente en miles de dólares:

Datos:

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>VENTAS CRECIENTES</b>	<b>VENTAS DECRECIENTES</b>
Horas extra	500	100
Contratar mano de obra	700	0
Alquilar galpones	900	-100
No tomar ninguna acción	400	200

Encuentre los valores de la probabilidad  $p$  por los que decidirá hacer horas extras, contratar mano de obra, alquilar galpones, o no tomar ninguna acción, respectivamente.

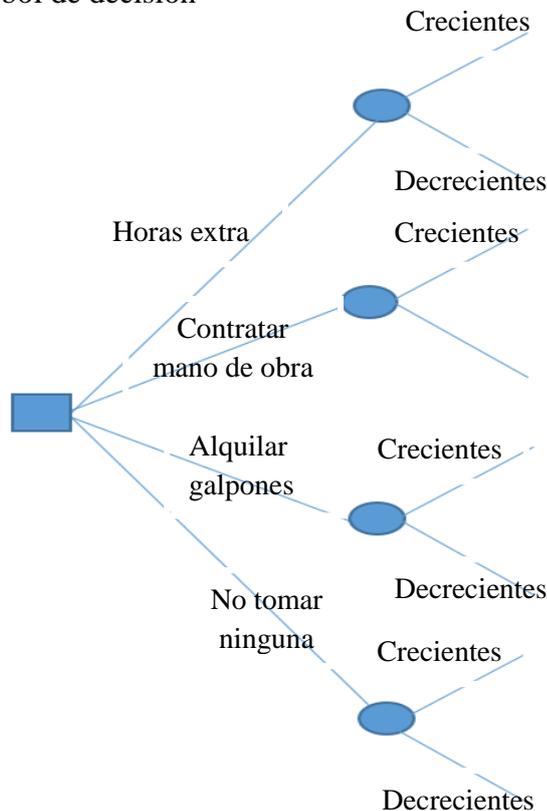
	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	VERSION:01	CAP-II

Solución:

**Paso 1.-** Enumere para cada una de las alternativas de decisión, los estados de la naturaleza asociados a la misma.

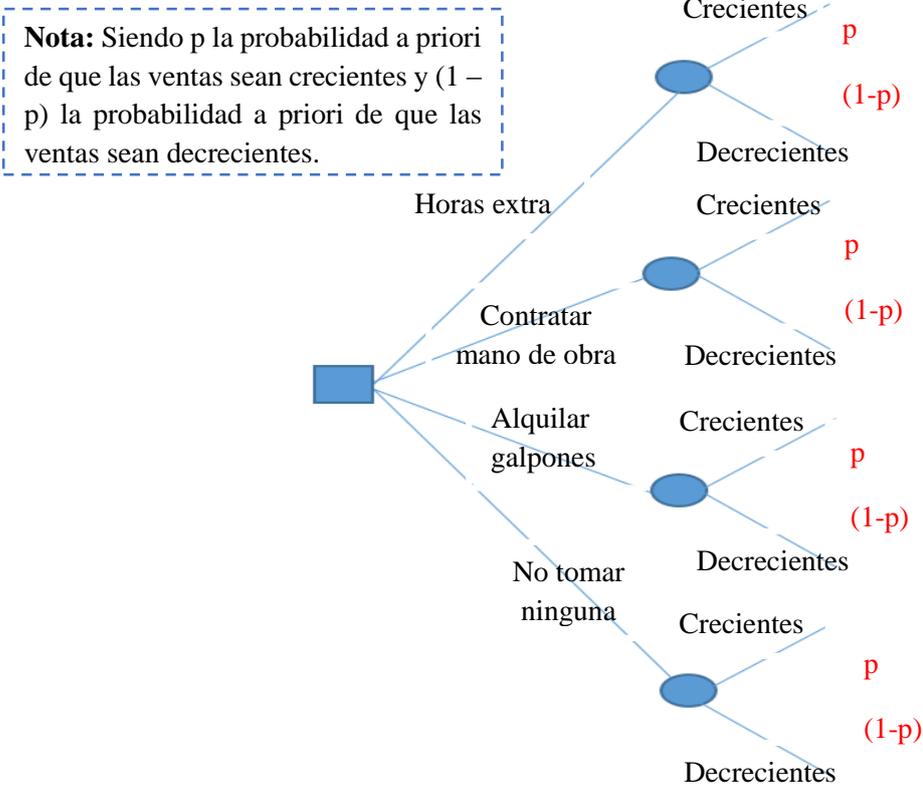
ALTERNATIVAS	ESTADOS DE LA NATURALEZA
Horas extra	Ventas crecientes
	Ventas decrecientes
Contratar mano de obra	Ventas crecientes
	Ventas decrecientes
Alquilar galpones	Ventas crecientes
	Ventas decrecientes
No tomar ninguna acción	Ventas crecientes
	Ventas decrecientes

**Paso 2.-** Explícite el árbol de decisión

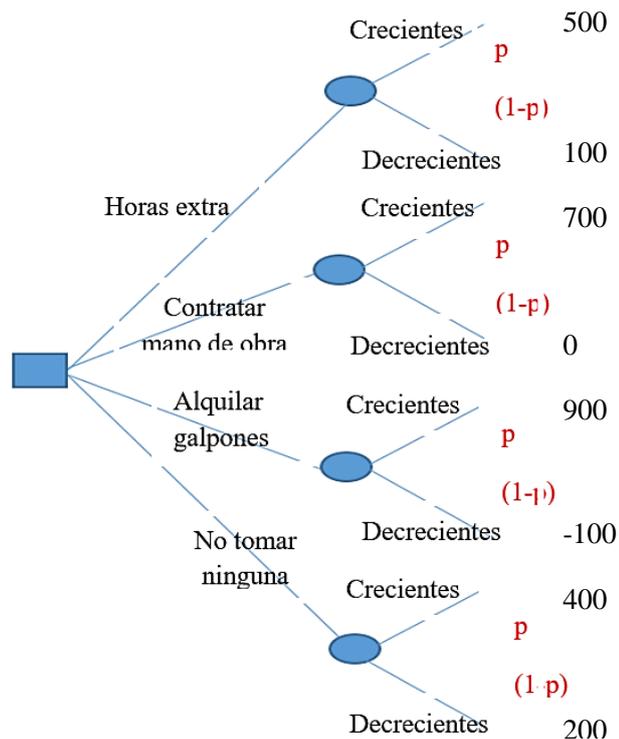


	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>	
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01 <b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP:</b> II

**Paso 3.-** Asigne las probabilidades a priori de cada uno de los estados de la naturaleza.



**Paso 4.-** Calcule el beneficio de cada una de las ramas del árbol.



	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	VERSION:01	CAP-II

El beneficio de cada una de las ramas viene dado directamente en la tabla que forma parte del enunciado del ejercicio.

**Paso 5.-** Resuelva el árbol de decisión de derecha a izquierda. Dado que la etapa final es probabilista debe aplicar el criterio de la esperanza matemática con el objetivo de determinar el beneficio esperado de cada alternativa de decisión.

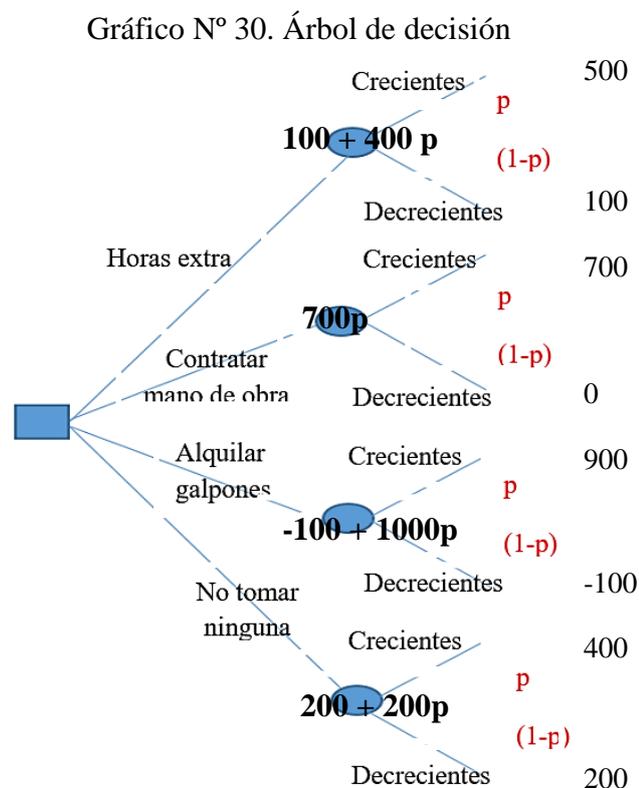
$$(500 \times p) + (100 \times (1 - p)) = 100 + 400 p$$

$$(700 \times p) + (0 \times (1 - p)) = 700 p$$

$$(900 \times p) + ((-100) \times (1 - p)) = -100 + 1000 p$$

$$(400 \times p) + (200 \times (1 - p)) = 200 + 200 p$$

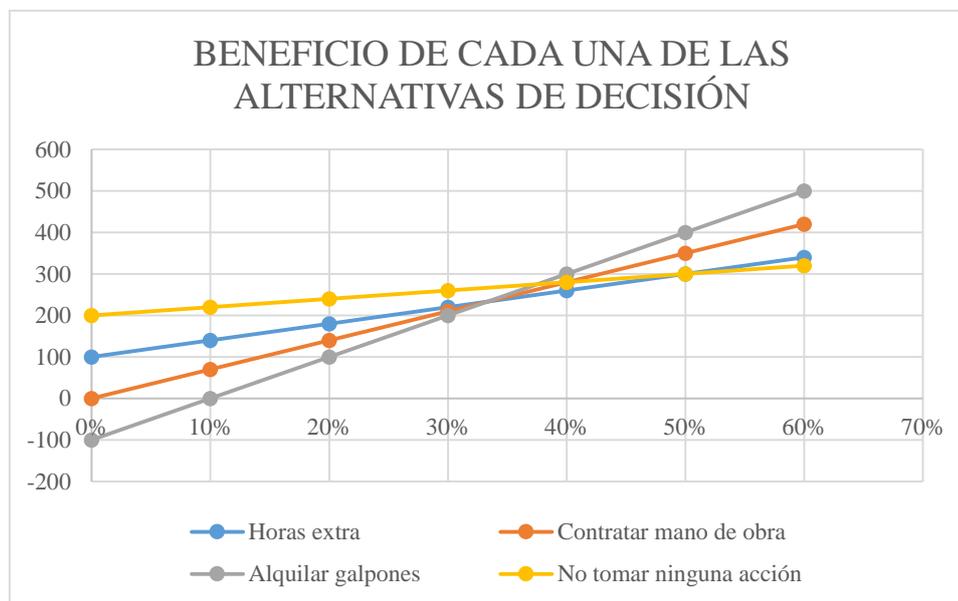
**Paso 6.-** Coloque los resultados en el árbol de decisión encima del nudo correspondiente



Representando descriptivamente mediante un gráfico las cuatro ecuaciones correspondientes al beneficio de cada una de las alternativas de decisión, para cada uno de los valores de  $p$ , resulta el gráfico siguiente.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP:</b> II

Gráfico N° 31. Beneficio de una alternativa de decisión



Elaborado Por: Muyulema (2017)

La alternativa de decisión está dado intersección más alta. En este sentido se puede observar en la gráfica que a la empresa avícola le interesa no tomar ninguna acción cuando  $p < 0,375$ , dado que el beneficio es máximo. Mientras que para valores de  $p > 0,375$  le interesa alquilar galpones con el fin de maximizar el beneficio.

$$-100 + 1.000 p > 200 + 200 p \quad \text{Cuando} \quad p > 0,375$$

*Hasta aquí el ejemplo.*

Ventajas del diagrama de Árbol:

Tabla N° 38. Ventajas del diagrama de Árbol

N°.	VENTAJAS
1	Exhorta a los integrantes del equipo a ampliar su modo de pensar al crear soluciones.
2	Mantiene a todo el equipo vinculado a las metas y submetas generales de una tarea.
3	Mueve al equipo de planificación de la teoría al mundo real.

Elaborado Por: Muyulema (2017)

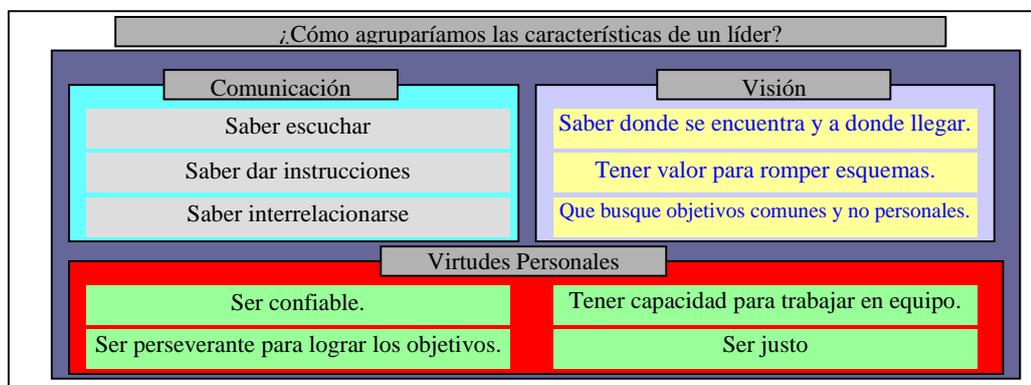
	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO: SSIMB-17-01</b>	
		<b>FECHA: 10-10-2017</b>	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:01</b>	<b>CAP-II</b>

### 6.3.4.8 Diagrama de Afinidad

Según Aguirre (2007) el Diagrama de Afinidad, o conocido comúnmente como método KJ, es una herramienta que sintetiza un conjunto de datos verbales (ideas, opiniones, argumentos, expresiones,) agrupándolos en función de la correlación que tienen entre sí. Se fundamenta, por tanto, en el principio de que muchos de estos datos verbales son afines por lo que pueden congregarse bajo unas pocas ideas generales.

Es una herramienta útil cuando se dispone de una amplia cantidad de información proveniente de diferentes fuentes; ésta herramienta es muy sutil al momento de analizar y extraer la información de éstos datos (Gutiérrez, 2009). Es considerado como una clase especial de “lluvia de ideas”, constituyendo, frecuentemente, esta técnica de creatividad el punto de partida para la elaboración del diagrama.

Gráfico N° 32. Diagrama de Afinidad



Elaborado Por: Muyulema (2017)

### Ventajas del Diagrama de Afinidad

Tabla N° 39. Diagrama de Afinidad

N°.	VENTAJAS
1	Ayuda a organizar y ordenar las ideas.
2	Permite aclarar y simplificar ideas.
3	Elimina las ideas similares.
4	Permite agrupar los problemas, causas o soluciones de origen común.

Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

### 6.3.4.9 Diagrama de Relaciones

El Diagrama de Relaciones es una herramienta que determina que idea tiene influencia sobre otra, estableciendo ésta relación mediante una flecha en la dirección de dicha influencia (Gutiérrez, 2013). En conclusión, es una alternativa del diagrama de causa y efecto (Ishikawa), cuando las relaciones discrepan hacia distintas familias de causas.

En particular los objetivos del Diagrama de Relaciones son:

- a) Clarificar ligadas relaciones causales en problemas o situaciones complejas.
- b) Exponer todos los factores relacionados con el tema.
- c) Identificar las interacciones, sean o no de causa y efecto.
- d) Diagramar un cuadro completo sobre el tema.
- e) Recalcar los factores clave.

Pasos para la aplicación del Diagrama de Relaciones

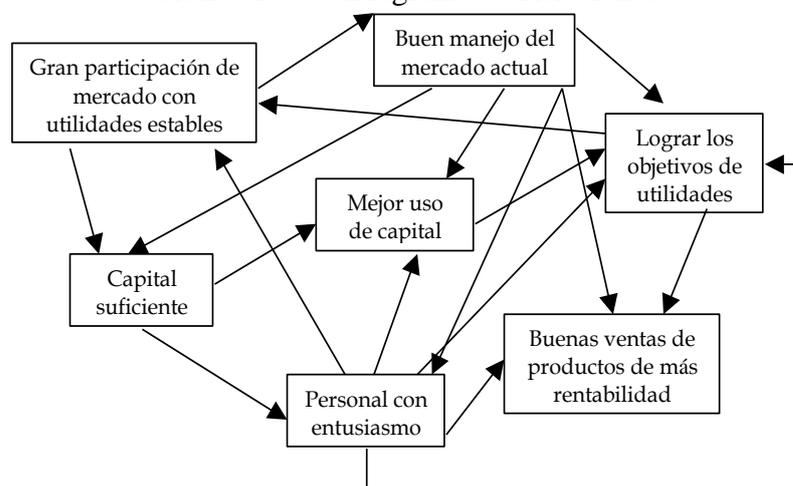
Tabla N° 40. Pasos para la aplicación del Diagrama de Relaciones

N°.	PASOS
1	Definir y clarificar el problema o tema a estudiar.
2	Escribir cada factor mencionado y el problema en tarjetas individuales.
3	Estudiar las relaciones entre el problema y los factores y entre los factores entre sí.
4	Avanzar generando otros factores (tarjetas), al realizar reiteradamente la pregunta: – ¿Por qué?
5	Completar el diagrama hasta que el grupo quede satisfecho con la estructura alcanzada.
6	Revisar, verificar y confirmar los datos asumidos.
7	Establecer conclusiones y definir acciones

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

Gráfico N° 33. Diagrama de Relaciones



Elaborado Por: Muyulema (2017)

Ventajas del diagrama de relaciones:

Tabla N° 41. Ventajas del diagrama de relaciones

N°.	VENTAJAS
1	Se utilizan para problemas con una compleja trama de relaciones causa-efecto que deben ser planteados de una manera lógica e interrelacionada.
2	Facilitan el consenso entre los miembros del equipo.
3	Debido a que no se limitan a un formato particular, pueden ayudar a cambiar y desarrollar ideas de las personas de equipo.
4	Estos diagramas son capaces de identificar con certeza las prioridades, ayudando de este modo hacer el problema reconocible, clarificando las relaciones entre sus causas.
5	Puede también ser descrito como una técnica para clarificar las complejas interrelaciones que existen entre los numerosos factores causales, formando el tronco, los brazos y las piernas de un diagrama causa-efecto convencional.

Elaborado Por: Muyulema (2017)

#### 6.3.4.10 Métodos de Muestreo Estadístico

El muestreo es una de las tantas herramientas de la investigación científica. Su función básica es determinar que parte de una realidad en estudio (población o universo) debe examinarse con el propósito de hacer inferencias sobre dicha población (Gutiérrez, 2013). El error que se comete debido al hecho de que se obtienen conclusiones sobre cierta realidad a partir de la observación de sólo una parte de ella, se denomina error de muestreo (Giraud y Morantes, 2017).

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

### *Muestreo probabilístico:*

Según (Giraud y Morantes, 2017) el método otorga una probabilidad conocida de integrar la muestra a cada elemento de la población, y dicha probabilidad no es nula para ningún elemento. Los métodos de muestreo no probabilísticos no garantizan la representatividad de la muestra y por lo tanto no permiten realizar estimaciones inferenciales sobre la población.

Entre los métodos de muestreo probabilísticos más utilizados en investigación encontramos:

Tabla N° 42. Tipos de muestreos

<b>TIPOS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>VENTAJAS</b>
<b>Aleatorio simple</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se selecciona una muestra de tamaño <math>n</math> de una población de <math>N</math> unidades, cada elemento tiene una probabilidad de inclusión igual y conocida de <math>n/N</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sencillo y de fácil comprensión.</li> <li>• Cálculo rápido de medias y varianzas.</li> <li>• Se basa en la teoría estadística, y por tanto existen paquetes informáticos para analizar los datos</li> </ul>
<b>Sistemático</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conseguir un listado de los <math>N</math> elementos de la población</li> <li>• Determinar tamaño muestral <math>n</math>.</li> <li>• Definir un intervalo <math>k=N/n</math>.</li> <li>• Elegir un número aleatorio, <math>r</math>, entre 1 y <math>k</math> (<math>r</math>=arranque aleatorio).</li> <li>• Seleccionar los elementos de la lista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil de aplicar.</li> <li>• No siempre es necesario tener un listado de toda la población.</li> <li>• Cuando la población está ordenada siguiendo una tendencia conocida, asegura una cobertura de unidades de todos los tipos.</li> </ul>
<b>Estratificado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para ello debemos conocer la composición estratificada de la población objetivo a muestrear. Una vez calculado el tamaño muestral apropiado, este se reparte de manera proporcional entre los distintos estratos definidos en la población.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiende a asegurar que la muestra represente adecuadamente a la población en función de unas variables seleccionadas.</li> <li>• Se obtienen estimaciones más precisa</li> <li>• Su objetivo es conseguir una muestra lo más semejante posible a la población en lo que a la o las variables estratificadoras se refiere.</li> </ul>
<b>Conglomerados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizan varias fases de muestreo sucesivas (polietápico)</li> <li>• La necesidad de listados de las unidades de una etapa se limita a aquellas unidades de muestreo seleccionadas en la etapa anterior.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es muy eficiente cuando la población es muy grande y dispersa.</li> <li>• No es preciso tener un listado de toda la población, sólo de las unidades primarias de muestreo.</li> </ul>

**Fuente:** Giraud y Morantes (2017)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	VERSION:01	CAP-II

### *Cálculo del tamaño muestral*

Para Giraud y Morantes (2017) cada estudio adquiere un tamaño muestral idóneo, que permite comprobar lo que se pretende con la seguridad y precisión fijadas por el investigador.

El tamaño muestral depende de:

- a) Variabilidad del parámetro a estimar: Datos precedentes, estudios piloto o usar 50% como peor estimación.
- b) Precisión: Amplitud del intervalo de confianza. Si se estima prevalencia su formato será %
- c) Nivel de confianza (1-a): habitualmente 95% o 99%. Probabilidad complementaria al error admitido  $\alpha$ .

**Nota:** Si aumentamos el tamaño muestral n, podremos mejorar la calidad de la estimación bien aumentando la precisión (disminuye amplitud del intervalo) o bien aumentando la seguridad (disminuye el error admitido)

Pasos para el cálculo del tamaño de la muestra para estimar la media poblacional:

**Paso 1.-** Cuando se conoce el tamaño de la población y la desviación estándar poblacional:

$$n = \frac{N * Z^2 * \sigma^2}{Z^2 * \sigma^2 + d^2 (N-1)}$$

Donde:

N = tamaño de la población

Z = valor de la tabla normal estandarizada correspondiente al nivel de confianza deseado

$\sigma^2$  = Varianza poblacional donde se va a sacar la muestra

d = Tolerancia o error permisible o mitad de la amplitud del intervalo de confianza deseado

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

**Paso 2.-** Cuando se desconoce el tamaño de la población y se conoce la desviación estándar poblacional:

$$n = \frac{Z^{2*}\sigma^2}{d^2}$$

Donde:

Z = Valor de la tabla normal estandarizada correspondiente al nivel de confianza deseado

$\sigma^2$  = Varianza poblacional donde se va a sacar la muestra

d = Tolerancia o error permisible o mitad de la amplitud del intervalo de confianza deseado.

#### **6.3.4.11 Estudios de Capacidad de sistemas de medición MSA (R&R)**

Según Ardón (2016) en muchas ocasiones las empresas avícolas no consideran el impacto de no tener sistemas de medición de calidad, el hecho de que las mediciones no sean exactas puede llevar a cometer errores en el cálculo, y en los análisis y conclusiones de los estudios de capacidad de los procesos.

Cuando los operadores no miden un elemento de manera consistente, se puede caer en el riesgo de rechazar unidades que están en buen estado o aceptar algunos que están en mal estado (Gutiérrez, 2013).

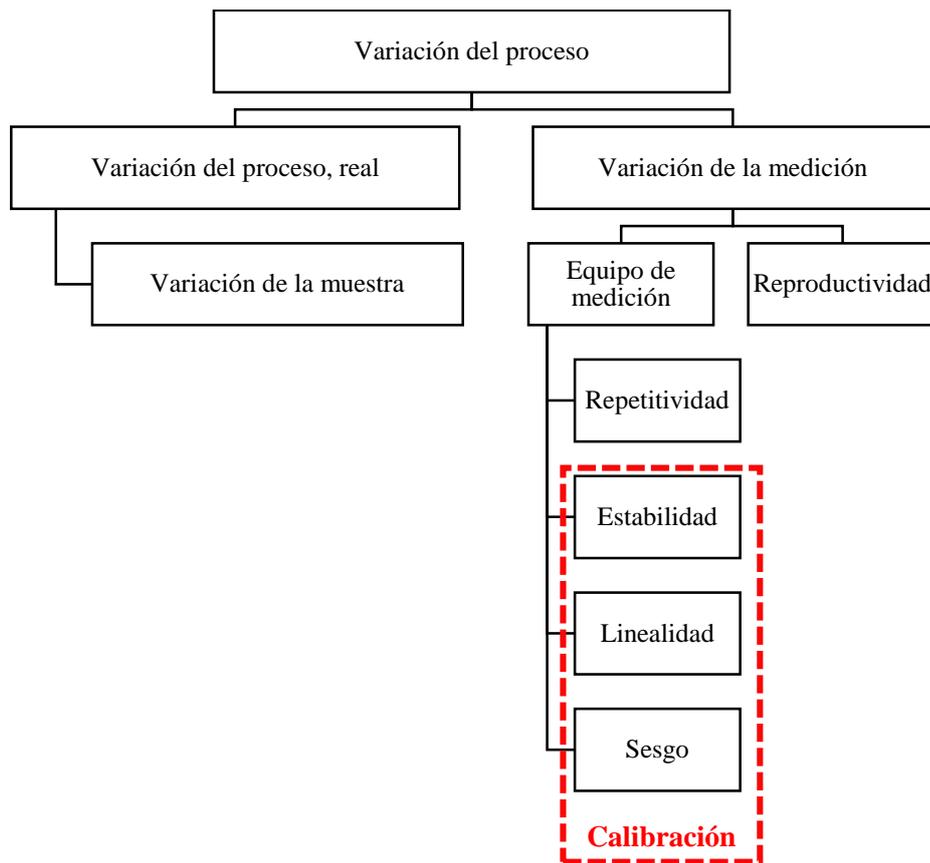
Por otro lado, si los instrumentos de medición no están calibrados correctamente del mismo modo se pueden cometer errores (Anda, 2004). Cuando sucede lo mencionado anteriormente tenemos un sistema de medición deficiente que puede hacer que un estudio de capacidad parezca insatisfactorio cuando en realidad es satisfactorio.

Lo anterior expuesto puede tener como consecuencia gastos innecesarios de reproceso al reparar un proceso de producción avícola, cuando la principal fuente de variación se deriva del sistema de medición.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

***Posibles Fuentes de la Variación del Proceso***

Gráfico N° 34. Fuentes de Variación del Proceso



**Fuente:** Ardón (2016)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

**Nota:** Importante: para que el equipo de medición tenga una discriminación adecuada en la evaluación de las partes, su resolución debe ser al menos 1/10 de la variabilidad del proceso.

Según Ardón (2016) la línea base para emitir criterios según el MSA:

- <10%            Aceptable
- 10-30%        Puede ser aceptable, dependiendo si la característica a medir no es crítica.
- >30%           Inaceptable

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

En cualquier complicación y/o problema que implique mediciones, algunas de las variaciones observadas son debidas al proceso y otras son debidas al error o variación en los sistemas de medición. La variación total es expresada de la siguiente manera:

$$\sigma^2 total = \sigma^2 proceso + \sigma^2 error medición$$

Existen 2 métodos para efectuar los estudios de R&R, distinguidos como Método corto y Método largo, a continuación, se explica éste último:

### ***Estudio de R&R Método largo***

Gutiérrez (2013) comenta que generalmente intervienen de dos a tres operadores, se sugiere se tomen 10 unidades, cada unidad es medida por cada operador, 2 ó 3 veces, para lo cual la resolución del equipo de medición debe ser de al menos el 10% del rango de tolerancia o del rango de variación del proceso, las partes deben seleccionarse al azar, cubriendo el rango total del proceso. Es importante que dichas partes sean representativas del proceso total (80% de la variación). Tomando en cuenta que 10 partes NO son un tamaño de muestra significativo para una opinión sólida sobre el equipo de medición a menos que se cumpla el punto anterior.

### ***Pasos para realizar un estudio de R&R***

**Paso 1.-** Asegúrese de que el equipo de medición haya sido calibrado.

**Paso 2.-** Marque cada unidad con un número de identificación que no pueda ver la persona que realiza la medición.

**Paso 3.-** Haga que el primer operador mida todas las muestras una sola vez, siguiendo un orden al azar

**Paso 4.-** Haga que el segundo operador mida todas las muestras una sola vez, siguiendo un orden al azar.

**Paso 5.-** Continúe hasta que todos los operadores hayan medido las muestras una sola vez (Este es el ensayo 1).

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP-II</b>	

**Paso 6.-** Repita los pasos 3-4 hasta completar el número requerido de ensayos

**Paso 7.-** Determine las estadísticas del estudio R&R:

- Repetibilidad
- Reproducibilidad
- % R&R
- Desviaciones estándar de cada uno de los conceptos mencionados
- Análisis del porcentaje de tolerancia

**Paso 8.-** Analice los resultados y determine las acciones a seguir si las hay.

***Métodos de estudio del error R&R:***

**I. Método de Promedios- Rango**

- Reconoce separar en el sistema de medición lo referente a la Reproducibilidad y a la Repetibilidad.
- Los cálculos son más factibles de realizar.

**II. Método ANOVA**

- Reconoce separar en el sistema de medición lo referente a la Reproducibilidad y a la Repetibilidad.
- Proporciona información acerca de las interacciones de un operador y otro en cuanto a la parte.
- Conjetura las varianzas en forma más precisa.
- Los cálculos numéricos requieren de un computador.

**Nota:** El Método ANOVA es más preciso para estudio del error.

**Ejemplo 1:** Método X Barra - R

(MINITAB) error de R&R

Se seleccionan 10 muestras de un proceso de producción avícola dentro de una empresa, cada parte es medida tres veces por tres operadores.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP-II</b>

Los datos son los siguientes, realice un estudio R&R mediante el método X-R.

Muestra	Analista	Resultado	Muestra	Analista	Resultado	Muestra	Analista	Resultado
1	Juan Carlos	3,546	1	Paola	3,566	1	Edison	3,523
2	Juan Carlos	3,517	2	Paola	3,569	2	Edison	3,569
3	Juan Carlos	3,496	3	Paola	3,589	3	Edison	3,527
4	Juan Carlos	3,497	4	Paola	3,579	4	Edison	3,558
5	Juan Carlos	3,525	5	Paola	3,590	5	Edison	3,559
6	Juan Carlos	3,509	6	Paola	3,537	6	Edison	3,543
7	Juan Carlos	3,529	7	Paola	3,543	7	Edison	3,553
8	Juan Carlos	3,512	8	Paola	3,555	8	Edison	3,536
9	Juan Carlos	3,534	9	Paola	3,581	9	Edison	3,564
10	Juan Carlos	3,534	10	Paola	3,570	10	Edison	3,571
1	Juan Carlos	3,546	1	Paola	3,570	1	Edison	3,534
2	Juan Carlos	3,537	2	Paola	3,569	2	Edison	3,571
3	Juan Carlos	3,494	3	Paola	3,590	3	Edison	3,536
4	Juan Carlos	3,494	4	Paola	3,582	4	Edison	3,563
5	Juan Carlos	3,521	5	Paola	3,587	5	Edison	3,558
6	Juan Carlos	3,502	6	Paola	3,530	6	Edison	3,547
7	Juan Carlos	3,529	7	Paola	3,541	7	Edison	3,558
8	Juan Carlos	3,503	8	Paola	3,549	8	Edison	3,536
9	Juan Carlos	3,523	9	Paola	3,576	9	Edison	3,567
10	Juan Carlos	3,528	10	Paola	3,570	10	Edison	3,574
1	Juan Carlos	3,578	1	Paola	3,567	1	Edison	3,534
2	Juan Carlos	3,539	2	Paola	3,570	2	Edison	3,577
3	Juan Carlos	3,531	3	Paola	3,588	3	Edison	3,535
4	Juan Carlos	3,537	4	Paola	3,590	4	Edison	3,566
5	Juan Carlos	3,523	5	Paola	3,589	5	Edison	3,562
6	Juan Carlos	3,548	6	Paola	3,526	6	Edison	3,544
7	Juan Carlos	3,529	7	Paola	3,538	7	Edison	3,552
8	Juan Carlos	3,553	8	Paola	3,551	8	Edison	3,540
9	Juan Carlos	3,570	9	Paola	3,576	9	Edison	3,569
10	Juan Carlos	3,564	10	Paola	3,570	10	Edison	3,575

**Fuente:** Empresa Avícola Adriancito

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Captura los datos en la hoja de trabajo de Minitab en tres columnas C1, C2, C3.

Seleccione en el menú de la barra de herramientas ESTADÍSTICAS> HERRAMIENTAS DE CALIDAD> ESTUDIO DE MEDICIÓN > SELECCIONAR HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO R & R DEL SISTEMA DE MEDICIÓN.

> Seleccione C1 (parte), C2 (operador), C3 (Medición)

> Método de Análisis X Bar y R

> En Opciones Seleccionar: Tolerancia 3,6

> Aceptar



	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP:</b> II

### Análisis de Gráficos:

La gráfica R se conserva en control por 2 analistas y exclusivamente 1 analista presenta variación, lo que representa un área de oportunidad en cuestión de capacitación y estandarización de conocimientos.

*Hasta aquí el ejemplo 1.*

### Ejemplo 2: Método X Barra - R

(MINITAB) Método Anova

El mismo estudio mediante el Método Anova da como resultado lo siguiente:

**Tabla ANOVA de dos factores con interacción**

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Muestra	9	0.0091805	0.0010201	1.2199	0.342
Analista	2	0.0230918	0.0115459	13.8076	0.000
Partes * Operadores	18	0.0150516	0.0008362	6.2212	0.000
Repetibilidad	60	0.0080647	0.0001344		
Total	89	0.0553885			

$\alpha$  para eliminar el término de interacción = 0,05

#### R&R del sistema de medición

Fuente	CompVar	%Contribución de CompVar)
Gage R&R total	0.0007253	97.26
Repetibilidad	0.0001344	18.02
Reproducibilidad	0.0005909	79.24
Operadores	0.0003570	47.87
Operador*Muestra	0.0002339	31.37
Parte a parte	0.0000204	2.74
Variación total	0.0007458	100.00

Upper process tolerance limit = 3.8

Fuente	Desv.Est. (DE)	%Var. Var. estudio (6 × DE)	estudio (%VE)	%Tolerancia (VE/Toler)
Gage R&R total	0.0269319	0.161592	98.62	32.26
Repetibilidad	0.0115936	0.069561	42.45	13.89
Reproducibilidad	0.0243088	0.145853	89.02	29.11
Operadores	0.0188942	0.113365	69.19	22.63
Operador*Muestra	0.0152947	0.091768	56.01	18.32
Parte a parte	0.0045197	0.027118	16.55	5.41
Variación total	0.0273086	0.163851	100.00	32.71

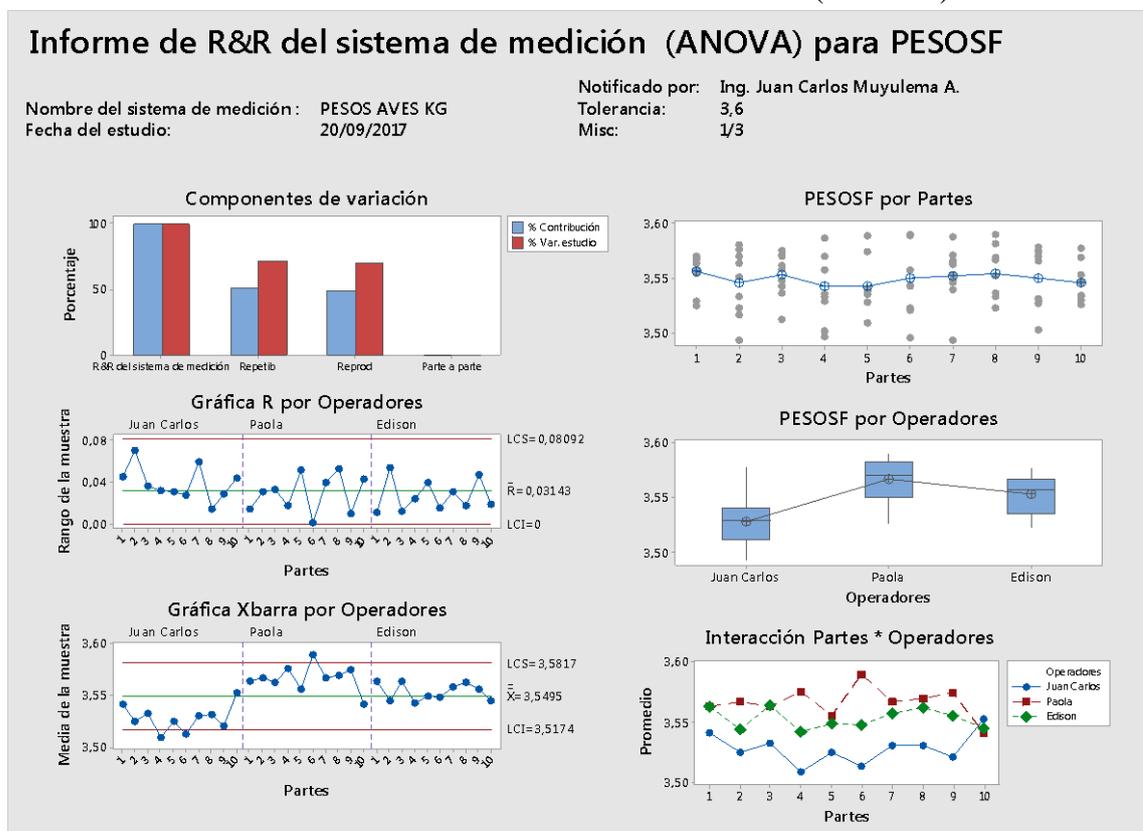
Número de categorías distintas = 1

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP:</b> II

### Análisis de los resultados:

Los resultados obtenidos mediante el Método Anova son muy parecidos a los del método X-R, aunque más estrictos en este método, ya que el error de R&R vs tolerancia es 32.26%.

Gráfico N° 36. Resultados del estudio de R&R (ANOVA)



Elaborado Por: Muyulema (2017)

### Análisis de Gráficos:

El resultado total del estudio nos dice que se necesita urgentemente de una mejora en el sistema de medición, sobre todo la parte de Reproducibilidad, hay que trabajar enérgicamente en el método de análisis de cada uno de los analistas/operadores que va desde la técnica, la capacitación y la efectividad de la misma, también la Repetitividad que se refiere al equipo con que estamos midiendo, no sea adecuado para la medición.

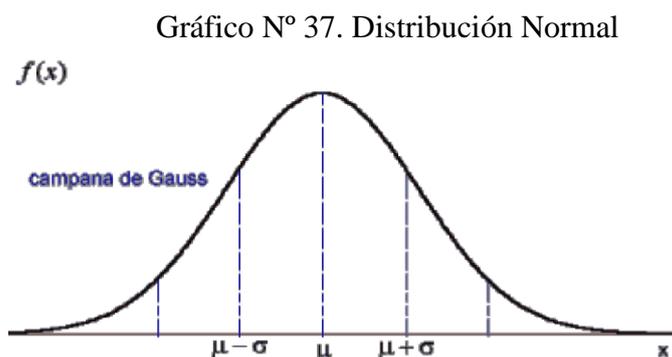
*Hasta aquí el ejemplo 2.*

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	VERSION:01	CAP-II

### 6.3.4.12 La Distribución Normal

Para Herrera y Fontalvo (2011) la distribución normal es aquella de las distribuciones más usadas e importantes. Su adecuado nombre indica su desarrollada utilización, comprendida por la frecuencia o normalidad con la que indudables fenómenos tienden a parecerse en su comportamiento a esta distribución. Muchos eventos reales y naturales poseen una distribución de frecuencias cuya forma es muy semejante a la distribución normal.

La distribución normal en algunos casos es también llamada campana de Gauss por su forma acampanada.



**Fuente:** Herrera y Fontalvo (2011)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Propiedades de la distribución normal

Tabla N° 43. Propiedades de la distribución normal

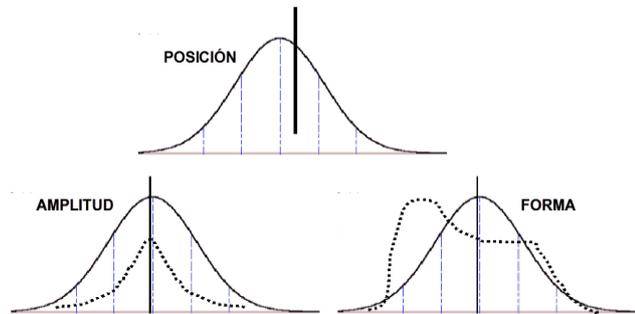
N°.	PROPIEDADES
1	La distribución normal tiene forma de campana.
2	La distribución normal es una distribución de probabilidad que tiene media $\mu = 0$ y desviación estándar $\sigma = 1$ .
3	El área bajo la curva o la probabilidad desde menos infinito a más infinito vale 1.
4	La distribución normal es simétrica, es decir cada mitad de curva tiene un área de 0.5.
5	La escala horizontal de la curva se mide en desviaciones estándar.
6	La forma y la posición de una distribución normal dependen de los parámetros $\mu$ y $\sigma$ , en consecuencia hay un número infinito de distribuciones normales.
7	La distribución normal tiene forma de campana.

**Fuente:** Herrera y Fontalvo (2011)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)



Gráfico N° 38. Variación de la distribución

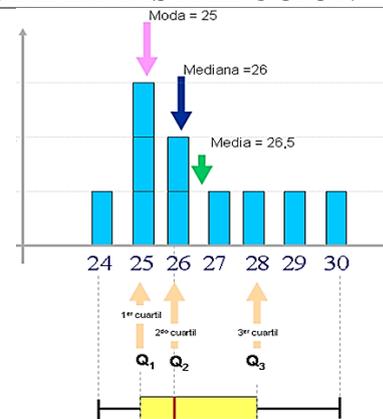


**EJEMPLOS DE CASOS DE VARIACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN**

**Variación de la distribución posición**

Dividen un conjunto ordenado de datos en grupos con la misma cantidad de individuos.

- Cuartiles
- Percentiles
- Deciles

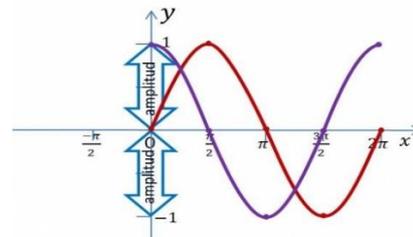


**Variación de la distribución por amplitud**

Es la diferencia entre el valor máximo de una variable y el valor mínimo que ésta toma en una investigación cualquiera.

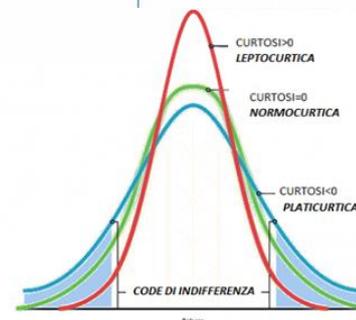
*Ejemplo:*  $A_T = X_{max} - X_{min}$

Ejemplo: 2,5,6,8       $A_T = 8 - 2 = 6$



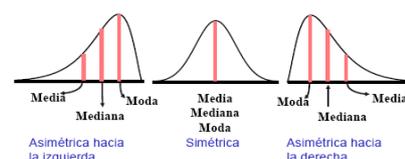
**Variación de la distribución por forma**

- Asimetría
- Apuntamiento o Curtosis



**Distribuciones de Frecuencia**

En los casos Resulta útil saber si la distribución es simétrica (el lado izquierdo es la imagen del lado derecho) o si la distribución es sesgada u oblicua (orientada) en cierta dirección.

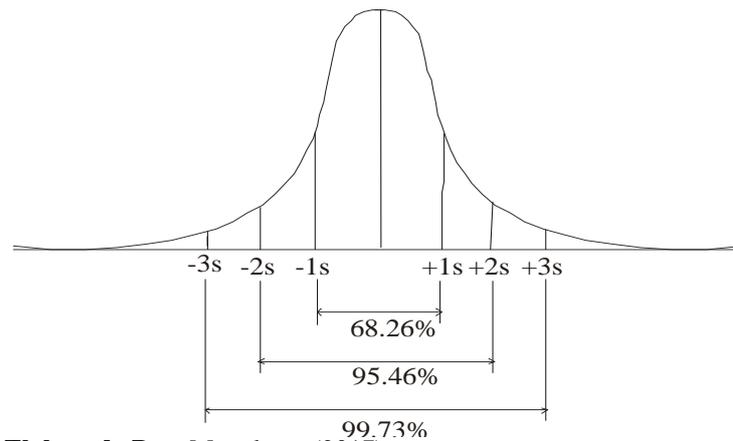


Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>	
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

Para Herrera y Fontalvo (2011) existe una correspondencia del porcentaje de población a la desviación estándar. En la figura se expone por ejemplo que el área bajo la curva para  $\pm 1\sigma$  tiene un porcentaje de 68.26%,  $\pm 2\sigma = 95.46\%$  y  $\pm 3\sigma = 99.73\%$ .

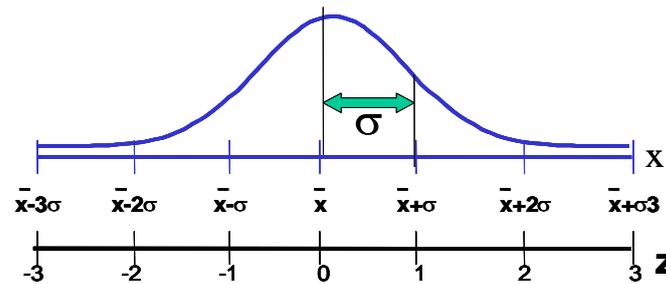
Gráfico N° 39. Distribución Normal en niveles de sigma y %



Elaborado Por: Muyulema (2017)

La desviación estándar ( $\sigma$ ) constituye la distancia de la media al punto de inflexión de la curva normal.

Gráfico N° 40. Distribución Normal en niveles de Z



Elaborado Por: Muyulema (2017)

### *La distribución normal estándar*

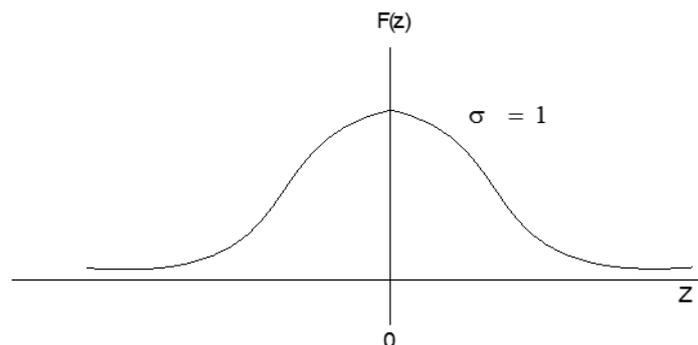
Según Herrera y Fontalvo (2011) el valor de z: Determina el número de desviaciones estándar  $\sigma$  entre algún valor X y la media de la población  $\mu$ . Para calcular el valor de Z usamos la siguiente fórmula.

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma}$$

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

La distribución de probabilidad  $f(Z)$  es una distribución normal con media cero (0) y desviación estándar 1; esto se da ya que  $Z$  se distribuye normalmente con media en cero y desviación estándar = 1  $Z \sim N(0,1)$ :

Gráfico N° 41. Densidad de probabilidad



Elaborado Por: Muyulema (2017)

**Nota:** La distribución  $f(Z)$  se encuentra tabulada en la tabla de distribución normal estándar. En esta tabla podemos determinar los valores de  $Z$  o la probabilidad de determinado valor  $Z$ .

**Ejemplo 1:** La distribución normal estándar

El tiempo de desplumado de un lote de 250 pollos con la utilización de maquinaria tiene una distribución aproximada a la normal con una media  $\mu = 85.36$  minutos y una desviación estándar  $\sigma = 3.77$  minutos. ¿Qué porcentaje del lote de pollos se espera que se obtenga en 80 min o menos?

Solución: Calculando el valor de  $Z$  obtenemos:

Formula:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma}$$

$$= \frac{80 - 85.36}{3.77} = -1.42$$

Buscamos el valor correspondiente de  $Z$  en las tablas de distribución normal. La cual resulta que  $Z_{0.5} = 0.9220 = 92.20\%$ , siendo el porcentaje que se espera en 80 minutos o menos.

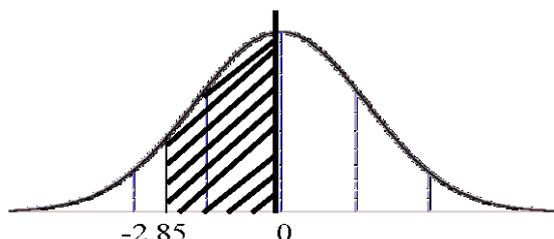
*Hasta aquí el ejemplo 1.*

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

**Ejemplo 2:** La distribución normal estándar

Siendo  $-2,85$  el número de desviaciones estándar  $\sigma$  entre algún valor  $X$  y la media de la población  $\mu$ , encuentre la probabilidad usando la tabla  $Z$ .

$P(-2.85 < Z < 0)$



**Solución:** Examinamos el valor  $Z_{2.85}$  en las tablas siendo este = 0.99781 restando  $0.99781 - 0.5 = 0.49781$ , este valor es la probabilidad de 0 a 2.85 que es exactamente la misma de  $-2.85$  a 0 por simetría. Por lo tanto, la probabilidad es 49.78%.

*Hasta aquí el ejemplo 2.*

### 6.3.4.13 Capacidad de procesos normales

Al planear los aspectos de calidad de la industria avícola, es sumamente importante asegurarse de antemano de que el proceso será capaz de mantener las tolerancias (Herrera y Fontalvo, 2011) En las décadas recientes ha surgido el concepto de capacidad del proceso, que proporciona una predicción cuantitativa de qué tan conveniente es un proceso. La habilidad del proceso es la variación medida, innata del producto que se obtiene en ese proceso.

#### *Objetivos de determinar la capacidad del proceso*

Tabla N° 44. Objetivos de determinar la capacidad del proceso

N°.	Objetivo
1	Predecir en qué grado el proceso cumple especificaciones.
2	Apoyar a diseñadores de producto o proceso en sus modificaciones.
3	Especificar requerimientos de desempeño para el equipo nuevo.
4	Seleccionar proveedores.
5	Reducir la variabilidad en el proceso de manufactura.
6	Planear la secuencia de producción cuando hay un efecto interactivo de los procesos en las tolerancias.

**Fuente:** Herrera y Fontalvo (2011)

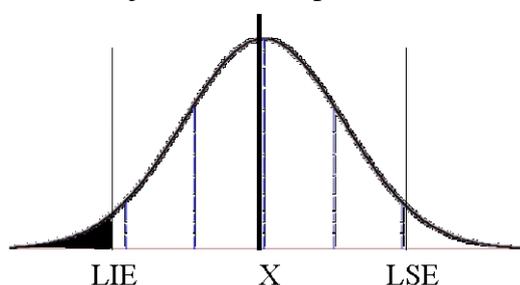
**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO: SSIMB-17-01</b>	
		<b>FECHA: 10-10-2017</b>	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:01</b>	<b>CAP-II</b>

### *Escenarios para las partes fuera de especificaciones*

Según Herrera y Fontalvo (2011) para mejorar las partes fuera de especificaciones, podemos reducir la desviación estándar, también podríamos cambiar la media, pero lo ideal y recomendable sería, por supuesto cambiar ambas.

Gráfico N° 42. Medidas bajo la curva de probabilidad fuera de especificaciones



Elaborado Por: Muyulema (2017)

### *Condiciones para realizar un estudio de capacidad del proceso*

Según Herrera y Fontalvo (2011) para realizar un estudio de capacidad es ineludible que se cumplan los siguientes supuestos:

Tabla N° 45. Condiciones para realizar un estudio de capacidad del proceso

N°.	CONDICIONES
1	El proceso se encuentre bajo control estadístico, es decir sin la influencia de fuerzas externas o cambios repentinos. Si el proceso está fuera de control la media y/o la desviación estándar del proceso no son estables y, en consecuencia, su variabilidad será mayor que la natural y la capacidad potencial estará infravalorada, en este caso no es conveniente hacer un estudio de capacidad.
2	Se recolectan suficientes datos durante el estudio de habilidad para minimizar el error de muestreo para los índices de habilidad. Si los datos se componen de menos de 100 valores, entonces deben calcularse los límites de confianza inferiores.
3	Los datos se recolectan durante un periodo suficientemente largo para asegurar que las condiciones del proceso presentes durante el estudio sean representativos de las condiciones actuales y futuras.
4	El parámetro analizado en el estudio sigue una distribución de probabilidad normal, de otra manera, los porcentajes de los productos asociados con los índices de capacidad son incorrectos.

Elaborado Por: Muyulema (2017)

**Nota:** También es importante al realizar un estudio de capacidad, asegurarnos que la **variación en el sistema de medición** no sea mayor al 10%.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-II

### *Variación a corto plazo y a largo plazo*

Para Herrera y Fontalvo (2011) concurren dos maneras de expresar la variabilidad:

1. **Variación a corto plazo (Zst):** Los antecedentes o datos son recogidos durante un periodo de tiempo suficientemente corto para que sea improbable que haya cambios y otras causas especiales.

Las familias de variación han sido restringidas de tal manera que los datos considerados, sólo son los que se obtuvieron del subgrupo racional. Ayuda a determinar subgrupos racionales importantes.

2. **Variación a Largo Plazo (Zlt):** Los antecedentes o datos son recogidos durante un periodo de tiempo suficientemente largo y en condiciones suficientemente diversas para que sea probable que contenga algunos cambios de proceso y otras causas especiales. Aquí todas las familias de variación exhiben su contribución en la variación del proceso general.

Para el cálculo de Z utilizamos las siguientes formulas:

$$Z_{st} = \frac{(\text{límite especific.} - \text{nom.})}{\text{desv.std}_{st}}$$

$$Z_{LT} = \frac{\text{límite especific.} - \text{media}}{\text{desv.std}_{LT}}$$

Donde:

Zst = Variación a corto plazo.

nom = Valor nominal u objetivo

Zlt = Variación a largo plazo.

**Z shift:** A largo plazo los procesos tienen un desplazamiento natural de 1.5 desviaciones estándar.

Zlt = Zst-1.5shift

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-II

### Cálculo de la capacidad del proceso:

Para Herrera y Fontalvo (2011) calcular la capacidad del proceso utilizamos la siguiente fórmula:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6 \sigma}$$

Donde:

$C_p$  = capacidad potencial

LSE = límite superior de especificaciones

LIE = límite inferior de especificaciones

$\sigma$  = desviación estándar

**Nota:** El índice  $C_p$  debe ser para tener el potencial de cumplir con especificaciones (LIE, LSE)

Para calcular la capacidad real utilizamos la siguiente fórmula:

$$C_{pk} = \frac{[Z_l, Z_s]}{3}$$

El menor valor absoluto de  $Z_l$  o  $Z_s$

Para que el proceso cumpla con las especificaciones el  $C_{pk}$  = debe de ser  $\geq 1$ .

#### a) Capacidad del proceso a partir de histogramas

Procedimiento:

Tabla N° 46. Cálculo de capacidad del proceso a partir de histogramas

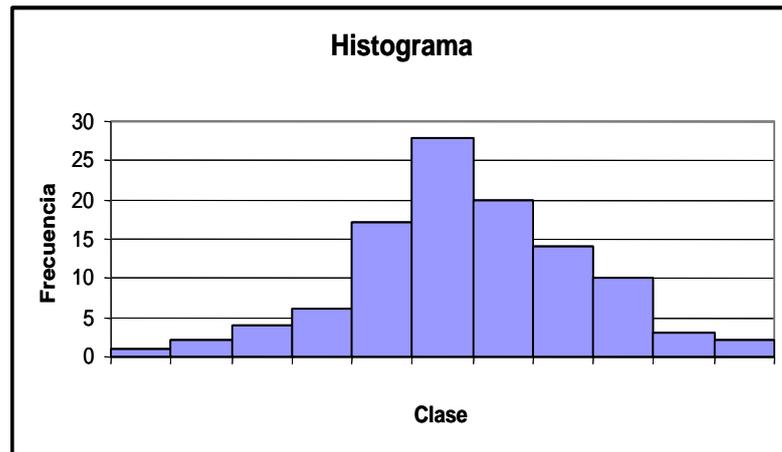
N°.	PROCEDIMIENTO
1	Seleccionar un proceso específico para realizar el estudio
2	Seleccionar las condiciones de operación del proceso
3	Seleccionar un operador entrenado
4	El sistema de medición (MSA) debe ser en cuestión de error R&R < 10%
5	Recolectar la información
6	Construir un histograma de frecuencia con los datos
7	Calcular la media y desviación estándar del proceso
8	Calcular la capacidad del proceso.

Fuente: Herrera y Fontalvo (2011)

Elaborado Por: Muyulema (2017)

	MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	FECHA: 10-10-2017
	INDUSTRIA AVÍCOLA	VERSION:01	CAP-II

**Ejemplo:** Capacidad de proceso a partir de histogramas



Solución:

Observamos que el histograma tiene forma normal.

Calculando la media y la desviación estándar tenemos:

$$X = 3.65 \text{ y } \sigma = 0.051$$

La variabilidad del proceso se encuentra en  $6\sigma = 0.306$

Si las especificaciones fueran  $LIE = 3.58$  y  $LSE = 3.68$

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} = \frac{3.68 - 3.58}{0.306} = 0.326 < 1, \text{ el proceso no es hábil.}$$

$$Z_s = \frac{3.68 - 3.65}{0.051} = 0.588$$

$$Z_l = \frac{3.58 - 3.65}{0.051} = -1.37$$

Cpk = menor de Zl y Zs = -1.37 < 1, por lo tanto, el proceso no cumple especificaciones.

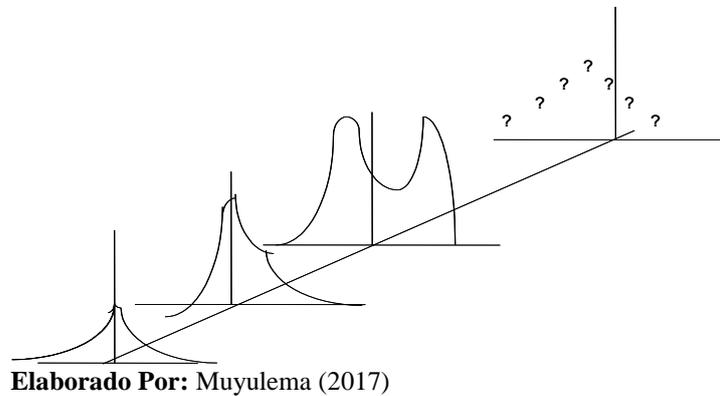
*Hasta aquí el ejemplo.*

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> II

**b) Capacidad a partir de cartas de control**

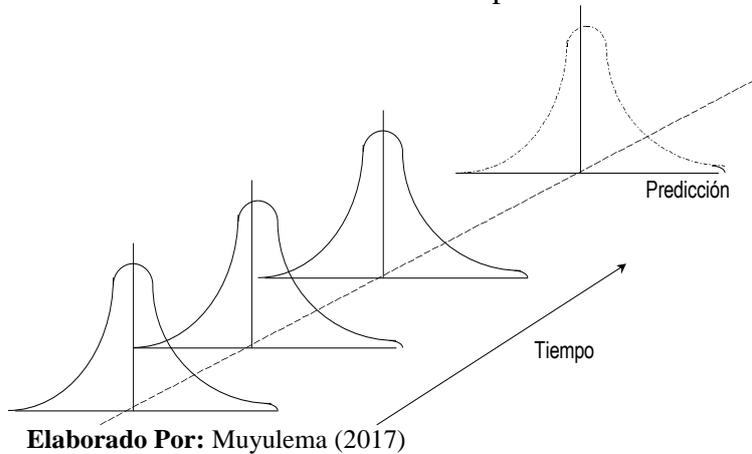
Para Herrera y Fontalvo (2011) en casos especiales como por ejemplo la gráfica que se presenta a continuación, donde las variaciones presentes son totalmente inesperadas tenemos un proceso inestable ó impredecible.

Gráfico N° 43. Proceso inestable ó impredecible.



Si las variaciones presentes son semejantes, se dice que se tiene un proceso “estable”. En este caso la distribución será “predecible” en el tiempo.

Gráfico N° 44. Proceso predecible



Cálculo de la desviación estándar del proceso

$$\sigma = \frac{R}{d_2} \text{ ó } \sigma = \frac{S}{C_4} \text{ (Para cartas de control X-R y X-S respectivamente)}$$

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP:</b> II

Donde:

S = Desviación estándar de la población

$d_2$  = Factor que depende del tamaño del subgrupo en la carta de control X - R

$C_4$  = Ídem al anterior para una carta X - S

En una carta por individuales,  $d_2$  se toma para  $n = 2$  y Rango Medio = Suma rangos / (n - 1)

**Ejemplo:** Capacidad a partir de cartas de control (X - R: Cata de Medias y Rangos)

De una carta de control X - R (con subgrupo  $n = 5$ ) se obtuvo lo siguiente, después de que el proceso se estabilizó quedando sólo con causas comunes:  $\bar{\bar{x}} = 3.60$ ,  $\bar{R} = 0.015$ .

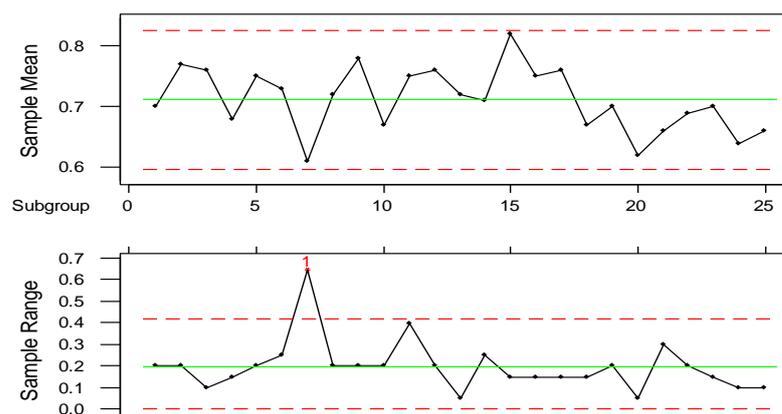
Por tanto, estimando los parámetros del proceso se tiene:

$$\mu = \bar{\bar{x}} \text{ (media de medias)} \qquad \sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0.015}{2.326} = 0.0064$$

Si el límite de especificación es: LIE = 3.58.

El  $C_{pk} = \frac{(3.58 - 3.60)}{3 \times 0.0064} = -1.041$  por tanto el proceso no cumple con las especificaciones.

Gráfico N° 45. Carta de control X - R  
Xbar/R Chart for C1



Elaborado Por: Muyulema (2017)

*Hasta aquí el ejemplo*

	MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
INDUSTRIA AVÍCOLA		VERSION:01	CAP-II

#### 6.3.4.14 Entregables de la fase de medición

En esta etapa los entregables serían:

Tabla N° 47. Entregables de la fase

N°.	ENTREGABLES	IDENTIFICACIONES
1	Seleccionar Requerimientos del Cliente	– Identificar características medibles del requerimiento del cliente (CTQ's) para el proyecto.
2	Definir estándares de desempeño	– Desarrollar definiciones operacionales para el proceso a ser medido – Identificar el objetivo de mejora del proceso – Establecer márgenes de tolerancia (límites de especificación) – Definir los conceptos de unidad, defecto y oportunidad de defecto
3	Plan colección datos	– Desarrollar el Plan de recolección de datos – Validar el Sistema de Medición

Elaborado Por: Muyulema (2017)

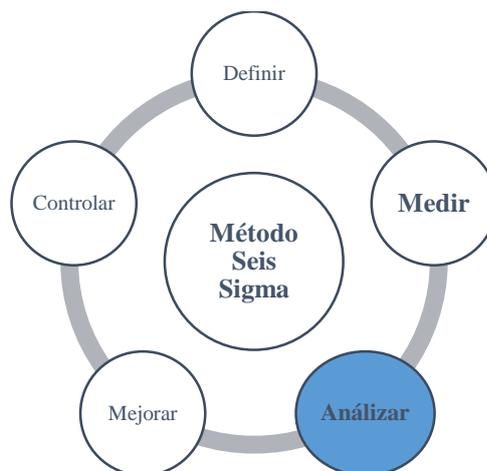
La subsiguiente fase es la de análisis, la cual permite expresar la causa raíz. Para ello se hará uso de las diferentes herramientas de gestión de la calidad. Estas comprenden las siete herramientas estadísticas tradicionales y las nuevas siete herramientas. Las herramientas de análisis deben utilizarse para determinar dónde estamos, no para justificar los errores.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
		<b>VERSION:</b> 01	<b>FECHA:</b> 10-10-2017

### 6.3.5 Capítulo 3. Fase de Análisis

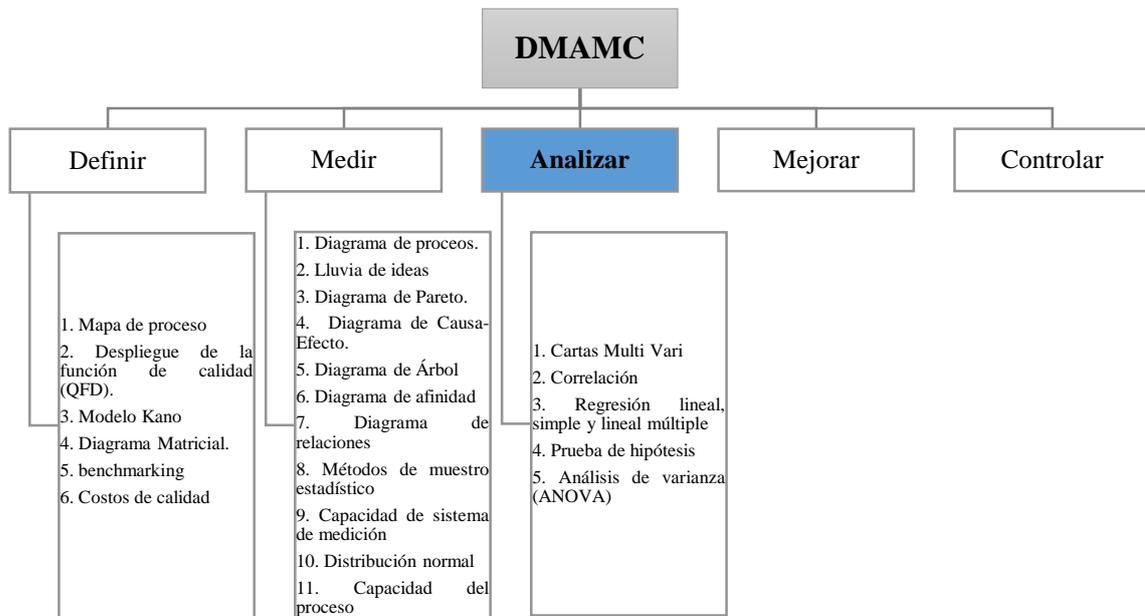
#### 6.3.5.1 Introducción

En esta fase se efectúa el análisis de los datos derivados en la etapa de medición, con la intención de conocer las relaciones causales o causas raíz del problema. La información de este análisis nos suministrará evidencias de las fuentes de variación y desempeño insatisfactorio, el cual es de gran utilidad para la mejora del proceso.



Las Herramientas a utilizar pueden ser:

Gráfico N° 46. Herramientas en la Fase de Análisis



	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP-III</b>

Los objetivos de esta fase son:

- a) Establecer el nivel de desempeño del proceso actual.
- b) Identificar cuáles son las fuentes de variación.
- c) Realizar un proceso de validación estadística apoyándose en Análisis de regresión, pruebas de hipótesis y análisis de varianza. Una vez identificadas inicialmente las causas potenciales por medio de una lluvia de ideas y un diagrama de causa efecto.

### 6.3.5.2 Etapas de la fase de Análisis

La fase de análisis consta de las siguientes etapas:

#### A. Definir el objetivo de desempeño

En esta etapa se define la meta hacia la cual nos destinamos, o sea cuales son los *niveles sigma* esperados en nuestro proceso en el tiempo. Una expectativa es realizar un Benchmarking, el cual es el mecanismo para identificar y comparar quien tiene el mejor desempeño del proceso.

#### B. Identificar las fuentes de variación

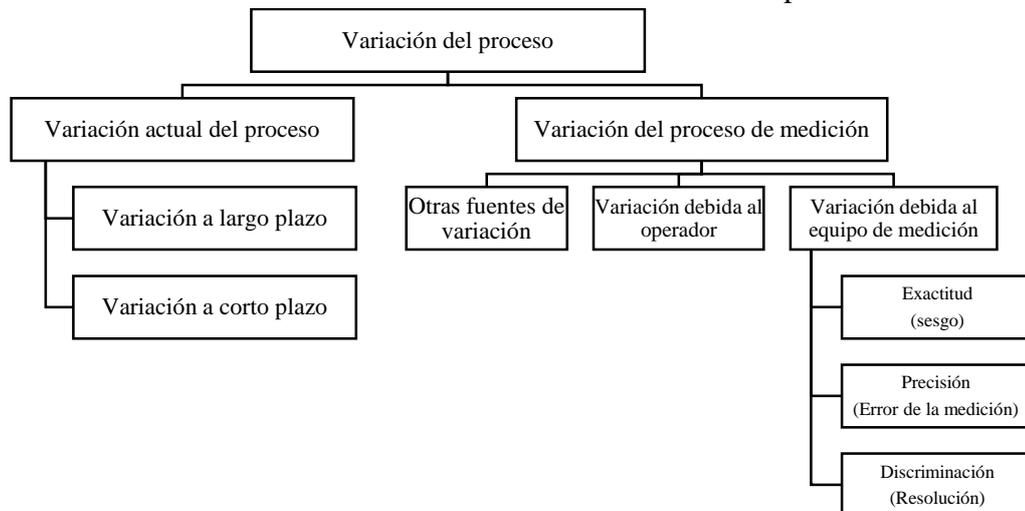
Cuando un proceso productivo se encuentra fuera de las especificaciones permitidas, se tiene evidencia de que existe variación. Para comprobarlo utilizamos alguna de las herramientas de análisis, según sea el caso, por ejemplo, el análisis Multi-Vari es una herramienta estadística que permite determinar las fuentes que presentan mayor variación, a través de la descomposición de los componentes de variabilidad del proceso.

Una vez determinadas las causas de variación, nos enfocaremos en los “*pocos vitales X*” que están afectando la variable de respuesta “*y*”. Una opción para priorizar estas causas es el uso del “*diagrama de Pareto*”.

A continuación, se muestra un esquema gráfico de posibles fuentes de variación del proceso.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01
	<b>CAP-III</b>		

Gráfico N° 47. Posibles Fuentes de variación del proceso.



**Fuente:** Gutiérrez (2013)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

**Nota:** Para una validación estadística de causas se utilizan diversas herramientas estadísticas como las que se explican a continuación.

### 6.3.5.3 Cartas Multi Vari

El análisis de cartas Multi-Vari permite determinar las fuentes que muestran mayor variación, a través de la descomposición de los componentes de variabilidad del proceso. Su propósito fundamental es reducir el gran número de causas posibles de variación, a un

conjunto pequeño de causas que realmente influyen en la variabilidad. Sirven para identificar el patrón principal de variación de entre tres patrones principales:

Tabla N° 48. Patrón principal de variación

N°.	PATRONES	VARIACIONES
1	Temporal	– Variación de hora a hora; turno a turno; día a día; semana a semana; etc.
2	Cíclico	– Variación entre unidades de un mismo proceso; variación entre grupos de unidades; variación de lote a lote.
3	Posicional	– Variaciones dentro de una misma unidad – Variaciones por la localización dentro de un proceso que produce múltiples unidades al mismo tiempo. – Variaciones de máquina a máquina; operador a operador; ó planta a planta

**Fuente:** Gutiérrez (2013)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	INDUSTRIA AVÍCOLA	VERSION:01	CAP-III

Una vez identificados las fuentes de variación, el análisis Multi-Vari está diseñado y enfocado a identificar la variable independiente de mayor influencia dentro de las familias de variación descritas anteriormente.

### **Ejemplo:** Cartas Multi Vari

Se ha detectado que el proceso de producción avícola se encuentra fuera de especificaciones. El tamaño de referencia L1/L2 para el resto de huevos especificado es de 1.50 cm + 0.01 cm. Se procede a realizar un proceso de pre-experimentación a través de cartas Multi-Vari para identificar la fuente de variabilidad.

Con este desenlace se planifica un muestreo aleatorio de cinco diferentes lotes que será empacado en con dos diferentes evaluadores. Se toman cinco muestras para cada inyectora y para cada lote. Resultando 50 observaciones.

Las mediciones ordenadas por lote e inyectora se muestran en la siguiente tabla.

Lote	Evaluador	Medición (cm.)	Lote	Evaluador	Medición (cm.)
A	1	1,5060	C	2	1,4981
A	1	1,4853	C	2	1,4975
A	1	1,5089	C	2	1,5196
A	1	1,4939	C	2	1,4874

A	1	1,5131	C	2	1,5158
A	2	1,4994	D	1	1,4913
A	2	1,4914	D	1	1,5003
A	2	1,4934	D	1	1,4896
A	2	1,4854	D	1	1,5086
A	2	1,5130	D	1	1,4938
B	1	1,4993	D	2	1,4843
B	1	1,5054	D	2	1,4987
B	1	1,4974	D	2	1,5087
B	1	1,5127	D	2	1,4984
B	1	1,4888	D	2	1,4905
B	2	1,5159	E	1	1,5198
B	2	1,4874	E	1	1,4976
B	2	1,5011	E	1	1,4946
B	2	1,4980	E	1	1,4882
B	2	1,4979	E	1	1,5081
C	1	1,4867	E	2	1,4929
C	1	1,4943	E	2	1,5014
C	1	1,5033	E	2	1,5047
C	1	1,4909	E	2	1,5055
C	1	1,5035	E	2	1,5030

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO: SSIMB-17-01</b>
			<b>FECHA: 10-10-2017</b>
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:01</b>   <b>CAP-III</b>

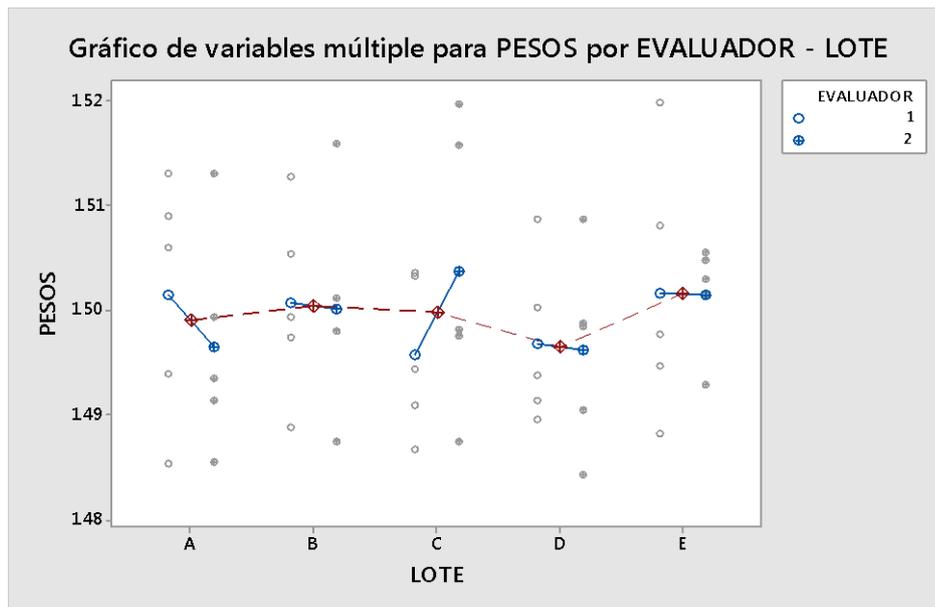
**Paso 1.** Realzar la tabla de información estadística

Muestras dentro de especificaciones	34
Muestras fuera de especificaciones	16
(cm.)	
Media general	1,499
Desviación estándar general	0,0094
Límite inferior	1,484
Límite Superior	1,520
Media por lote	(cm.)
A	1,499
B	1,500
C	1,500
D	1,496
E	1,502

**Paso 2.** Crear la carta Multi-Vari en el software estadístico Minitab 17.

ESTADÍSTICAS > HERRAMIENTAS DE CALIDAD > CARTA MULTI VARI

Gráfico N° 48. Pre-experimentación a través de cartas Multi-Vari



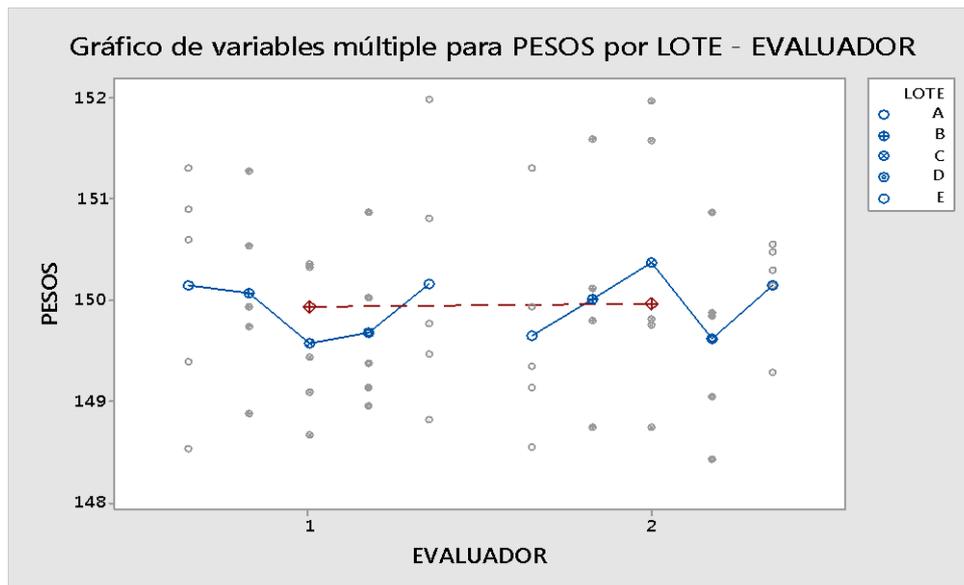
Elaborado Por: Muyulema (2017)

**Análisis:** La carta Multi-Vari muestra que el lote B, en la mayoría de mediciones se encuentra dentro de las especificaciones, esto se evidencia en con el comportamiento de los datos categóricos de los dos evaluadores, el mismo grafico resalta que la fuente de fuente de variabilidad.se encuentra en el lote A, C, E.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>	
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01 <b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01   CAP-III

Una carta Multi-Vari adicional correspondería a los ejes horizontales invertidos, esto es, ordenados por lote y luego por evaluador.

Gráfico N° 49. Pre-experimentación a través de cartas Multi-Vari invertida



Elaborado Por: Muyulema (2017)

**Análisis:** La gráfica de pre-experimentación a través de cartas Multi-Vari invertida muestra que el lote B es el más apegado a la especificación, en tanto según los datos del primer evaluador el lote C tiene mayor variabilidad de tamaño con un sesgo negativo. Mientras que el segundo evaluador indica todo lo contrario. Fuente de dicha variabilidad puede darse el caso sea el instrumento de medida.

*Hasta aquí el ejemplo*

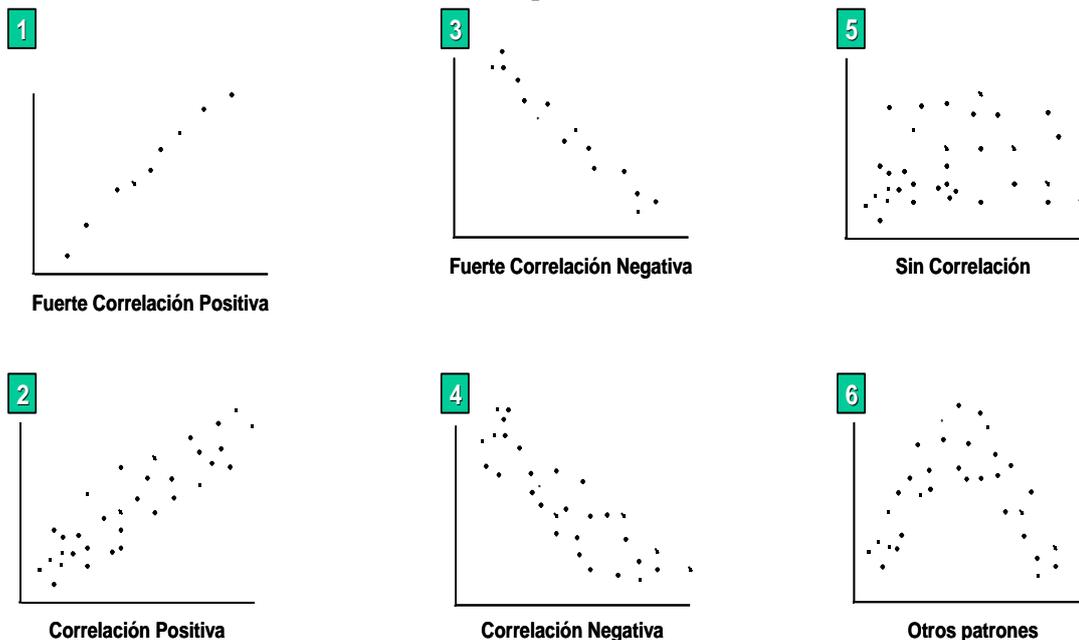
### 6.3.5.4 Correlación

La correlación es un modo de análisis de información con base estadística y, por ende, matemática. Consiste en investigar la relación entre, al menos, dos variables. Establece si existe una relación entre las variables y responde a la pregunta, “¿Qué tan evidente es esta relación?” (Gutiérrez, 2013).

Los Diagramas de Correlación se utilizan para estudiar las relaciones y “posibles dependencias” entre dos variables.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>	
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01   CAP-III

Gráfico N° 50. Tipos de Correlaciones:



Fuente: Gutiérrez (2013)  
Elaborado Por: Muyulema (2017)

**Nota:** La medición de la fuerza de la asociación lineal en un análisis de correlación es “R” (el coeficiente de correlación.) que dependiendo del valor “nos dice” que tan bien se ajustan los datos a la ecuación.

### Propiedades de R

- $-1 < R < 1$
- $R > 0$  indica una relación positiva lineal
- $R < 0$  indica una relación negativa lineal

$R^2$  la proporción de la variabilidad total de los valores de “y” que consiguen ser explicados por la variable independiente x.

Si el valor de **R** esta entre:

- $0.9 \leq R \leq 1$  Muy buen ajuste
- $0.8 \leq R < 0.9$  Buen ajuste, requiere de más pruebas
- $0.6 \leq R < 0.8$  Regular, requiere revisión

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>	
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01   CAP-III

### 6.3.5.5 Análisis de Regresión

Según Gutiérrez (2013) el análisis de regresión es un método estandarizado para situar la correlación entre dos grupos de datos, ampliamente utilizado para la predicción y previsión. Puede ser usado para analizar las relaciones entre:

- Una sola “X” predictora y una sola “Y”.
- Múltiples predictores “X” y una sola “Y”.
- Varios predictores “X” entre sí.

#### A. Regresión lineal simple

La regresión lineal simple se refiere a la predicción del valor de una variable a partir de una o más variables. En ocasiones se denomina a la variable dependiente (y) variable de respuesta y a la variable independiente (x) variable de predicción (Gutiérrez, 2013).

Usamos un modelo probabilístico para explicar el comportamiento de la variable independiente (x) vs la variable dependiente (y), llamado modelo de regresión lineal, y se formula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

Donde:

y = Variable dependiente

$\beta_0$  = Ordenada al origen

$\beta_1$  = Pendiente

x = Variable independiente

e = Error aleatorio

La expresión  $\beta_0 + \beta_1 X$ , se denomina componente determinístico del modelo de regresión lineal. La muestra de pares de datos se usará para estimar los parámetros  $\beta_0$  y  $\beta_1$ .

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01	CAP-III

Supuestos para el modelo de regresión lineal

Tabla N° 49. Supuestos para el modelo de regresión lineal

N°.	SUPUESTOS
1	Para cada valor de $x$ , la variable aleatoria $\varepsilon$ se distribuye normalmente.
2	Para cada valor de $x$ , la media o valor esperado de $\varepsilon$ es 0; esto es, $E(\varepsilon) = \mu_\varepsilon = 0$ .
3	Para cada valor de $x$ , la varianza de $\varepsilon$ es la constante $\sigma^2$ (llamada varianza del error).
4	Los valores del término de error $\varepsilon$ son independientes.
5	Para un valor fijo de $x$ , la distribución muestral de $y$ es normal, porque sus valores dependen de los de $\varepsilon$ .
6	Para un valor fijo $x$ , es posible predecir el valor de $y$ .
7	Para un valor fijo $x$ , es posible estimar el valor promedio de $y$

**Fuente:** Gutiérrez (2013)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

**Ejemplo:** Regresión lineal simple

Se tiene que predecir las ventas mensuales de una empresa avícola en función del costo de publicidad de los siguientes datos:

Mes	Publicidad	Ventas en USD.
1	120	20200
2	80	18400
3	100	20000
4	130	22000
5	70	18000
6	80	16400
7	90	19000
8	60	16000
9	90	18200
10	110	21000
11	90	18600
12	70	18200

*Utilizando el Minitab:*

> ESTADISTICAS > REGRESIÓN > REGRESIÓN LINEAL

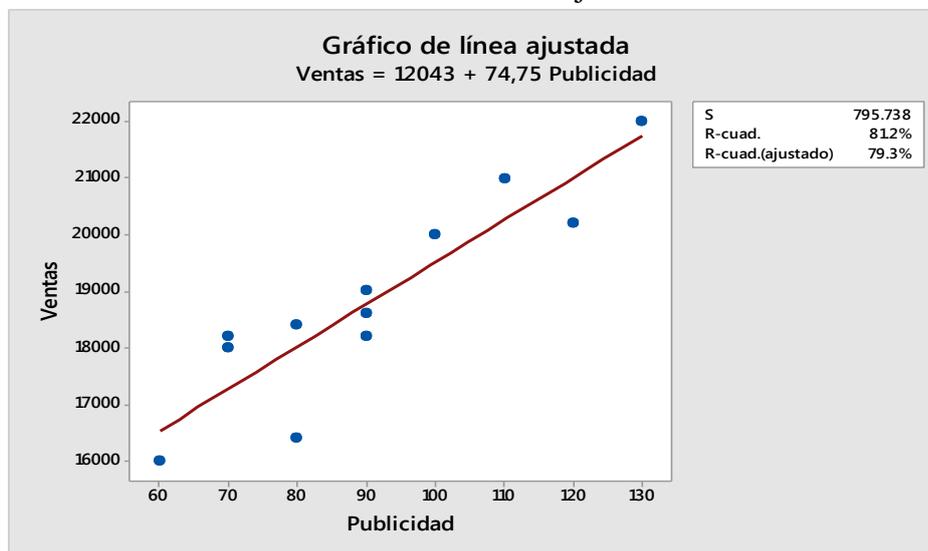
Seleccionar Respuesta = Columna de las Y's

Seleccionar Predictores = Columnas de las X's

Aceptar.

<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017

Gráfico N° 51. Línea ajustada



Elaborado Por: Muyulema (2017)

La ecuación sería:  $Y = 12043 + 74,75 * \text{Publicidad}$

**Análisis:** De acuerdo al valor de R2 (81.20%) tenemos que el 81.20% de los datos se ajustan al modelo de regresión, es un buen ajuste, pero requiere de más pruebas para hacerlo estadísticamente más representativo.

*Hasta aquí el ejemplo*

### B. Regresión lineal múltiple

Para Gutiérrez (2013) En ocasiones la información de una variable independiente no es suficiente, Cuando se usa más de una variable independiente para predecir los valores de una variable dependiente, el proceso se llama análisis de regresión múltiple; y se expresa de acuerdo a la siguiente ecuación:

Ecuación para el modelo de regresión múltiple

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n$$

Donde:

y = Variable dependiente

$\beta_0$  = Ordenada al origen

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-III

$\beta_1, \beta_2$  = Coeficiente de cada variable.

$x_1, x_2$  = Variables independientes

$\varepsilon$  = Error aleatorio

La estimación de los coeficientes de una regresión múltiple es un cálculo suficientemente complicado y laborioso, por lo que se requiere del empleo de programas de computación especializados. Sin embargo, la interpretación de los coeficientes es equivalente al caso de la regresión simple: el coeficiente de cada variable independiente (X) evalúa el efecto separado que esta variable tiene sobre la variable dependiente (Y). El coeficiente de determinación, por otro lado, mide el porcentaje de la variación total en Y que es expresado por la variación conjunta de las variables independientes.

#### **Ejemplo:** Regresión lineal múltiple

El gerente de ventas de una empresa avícola, quiere desarrollar un modelo para predecir, las ganancias en miles de dólares, a través del número de vendedores y el precio unitario del producto (SKU= número de referencia = libra). En particular se considera en el siguiente ejemplo una variable dependiente (Ganancias en miles de USD y dos variables explicativas o independientes (Número de Vendedores y Precio del Producto \$), es decir,  $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$ , donde  $X_1$  es el N° de Vendedores y  $X_2$  el Precio del Producto (USD). La información se resume en la tabla a continuación:

Mes	Ganancias	N. Vendedores	Precio SKU
1	22011	6	0.90
2	22850	7	0.93
3	21650	8	0.92
4	21480	6	0.90
5	21694	8	0.87
6	22302	9	0.86
7	22214	8	0.95
8	21125	3	0.93
9	21840	4	0.92
10	21233	5	0.90
11	21699	7	0.92
12	22099	8	0.95

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01    CAP-III

Utilizando el Excel empleamos las siguientes instrucciones:

>DATOS >ANÁLISIS DE DATOS >REGRESIÓN

>Input Y: Las variable de predicción

> Input X: Las variables de predictoras

> Nivel de confianza al 95%

>ACEPTAR

#### Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.61670825
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.38032907
R <sup>2</sup> ajustado	0.24262442
Error típico	419.439569
Observaciones	12

#### Análisis de varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	971806.283	485903.141	2.76191883	0.11607136
Residuos	9	1583365.97	175929.552		
Total	11	2555172.25			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	17004.0606	4311.99996	3.94342781	0.0033883	7249.63896	26758.4822	7249.63896	26758.4822
Variable X 1	161.932866	70.3211374	2.30276233	0.04678742	2.85540164	321.010331	2.85540164	321.010331
Variable X 2	4142.06181	4600.63283	0.90032436	0.39140174	-6265.29271	14549.4163	-6265.29271	14549.4163

a) Ajuste el modelo de regresión múltiple

$$Y = 17004.06 + 161.93 X_1 + 4141.06 X_2$$

#### **Análisis:**

Dentro de la empresa avícola se estima que las variables independientes planteadas: Número de Vendedores y Precio del Producto en miles de dólares expresan el 38,03% de la variación de las Ganancias en miles de dólares.

*Hasta aquí el ejemplo*

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-III

### 6.3.5.6 Prueba de Hipótesis

La prueba de hipótesis es un proceso para determinar la validez de una aseveración hecha sobre la población basándose en evidencia muestral (Anda, 2004). Es una afirmación sobre la población, a nivel de sus parámetros: media, varianza o desvío estándar, y proporción (Fermín, Valdiviezo, Orlandoni, y Barreto, 2009). Debe plantearse antes de obtener la muestra (Tamayo, 2001).

#### *Pasos de la prueba de hipótesis:*

Tabla N° 50. Pasos de la prueba de hipótesis

N°.	PASOS
1	Definir el Problema (Problema Práctico).
2	Señalar los Objetivos (Problema Estadístico).
3	Determinar tipo de datos: Atributo o Variable.
4	Si son datos Variables: Prueba de Normalidad.
5	Establecer las Hipótesis: Hipótesis Nula (H <sub>0</sub> ), Hipótesis Alternativa (H <sub>a</sub> ).
6	Seleccionar el nivel de Alfa (normalmente 0.05 o 5%).
7	Establecer el tamaño de la muestra.
8	Desarrollar el Plan de Muestreo.
9	Seleccionar Muestras y Obtener Datos.
10	Decidir la prueba estadística apropiada y calcular el estadístico de prueba (Z, t, $X^2$ o F) a partir de los datos.
11	Obtener el estadístico correspondiente de tablas o Excel.
12	Determinar la probabilidad de que el estadístico de prueba calculado ocurra al azar.
13	Comparar el estadístico calculado con el de tablas y ver si cae en la región de rechazo o ver si la probabilidad es menor a alfa, rechace H <sub>0</sub> y acepte H <sub>a</sub> . En caso contrario no rechace H <sub>0</sub> .
14	Con los resultados interprete una conclusión estadística para la solución práctica.

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

#### *Error Tipo 1 y Error Tipo 2*

Según (Tamayo, 2001) a base de la información de una muestra nosotros podemos cometer dos tipos de errores en nuestra decisión.

1. Podemos rechazar un H<sub>0</sub> que es cierto.
2. Podemos aceptar un H<sub>0</sub> que es falso.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> III

### *Nivel de Significancia ( $\alpha$ )*

Para ser muy cuidadosos en no cometer el error tipo 1, debemos especificar la probabilidad de rechazar  $H_0$ , denotada por  $\alpha$ . A ésta se le llama nivel de significancia.

**Nivel de Significancia:** La probabilidad ( $\alpha$ ) más alta de rechazar  $H_0$  cuando  $H_0$  es cierto se llama nivel de significancia.

**Comentario:** Para mantener la probabilidad de cometer el error tipo 1 baja, debemos escoger un valor pequeño de  $\alpha$ .

Usando un valor preasignado de  $\alpha$  se construye una región de rechazo o región crítica en la curva normal estándar o en la curva t que indica si debemos rechazar  $H_0$ .

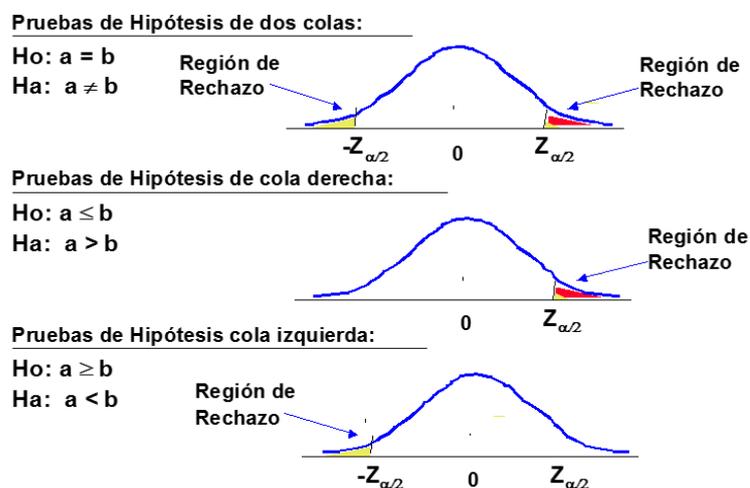
**Región Crítica o de Rechazo:** Una región crítica o de rechazo es una parte de la curva de z o de la curva t donde se rechaza  $H_0$ .

La región puede ser de una cola o de dos dependiendo de la hipótesis alterna.

### *Pruebas de hipótesis para una población*

Las pruebas de hipótesis para una población pueden ser de dos colas, de cola derecha o de cola izquierda, a continuación se esquematizan cada una de ellas:

Gráfico N° 52. Pruebas de hipótesis para una población



Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	VERSION:01	CAP-III

Tabla N° 51. Resumen de estadísticos de prueba para Pruebas de hipótesis

HIPÓTESIS NULA	ESTADÍSTICA	ESTADÍSTICA ESTANDARIZADA	REGIÓN CRÍTICA
Prueba de una media $H_0 : \mu = \mu_0$ (Si conocemos la varianza poblacional)	$\bar{X}$	$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$	Distribución Normal estándar
Prueba de una media $H_0 : \mu = \mu_0$ (Si no conocemos la varianza poblacional)	$\bar{X}$	$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{s / \sqrt{n}}$	Distribución $t_{(n-1)}$
Prueba para diferencia entre medias $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ Muestras grandes	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)_{H_0}}{\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}}$ $\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$	Distribución Normal estándar
Prueba para diferencia entre medias $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ Muestras pequeñas	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)_{H_0}}{\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}}$ $\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$ $s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$	Distribución $t_{n_1 + n_2 - 2}$
Prueba sobre proporciones $H_0 : p = p_0$	$\hat{p}$	$Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}}}$	Distribución normal estándar
Prueba sobre diferencia entre proporciones $H_0 : p_1 = p_2$	$p_1 - p_2$	$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (p_1 - p_2)_{H_0}}{\sigma_{p_1 - p_2}}$ $\sigma_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{p_1 q_1}{n_1} + \frac{p_2 q_2}{n_2}}$	Distribución normal estándar
Prueba sobre varianza $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$	$s^2$	$\chi^2 = \frac{(n-1) \cdot s^2}{\sigma_0^2}$	Distribución $\chi^2_{(n-1)}$

Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-III

**Ejemplo 1:** Prueba de Hipótesis de Proporciones para una sola muestra.

Una encuesta realizada por una empresa avícola a 35 clientes indicó que un poco más del 74 por ciento tenían una utilidad de más de \$200,000 al año. Si esto es cierto, la empresa avícola desarrollará un paquete especial de negocios para este grupo. La administración quiere determinar si el porcentaje verdadero es mayor del 60 por ciento antes de desarrollar e introducir este nuevo paquete de negocios. Los resultados mostraron que 74.29 por ciento de los clientes encuestados reportaron ingresos de \$200,000 o más al año.

Los pasos a seguir para la prueba de hipótesis de proporciones es el siguiente:

**Paso 1.** Especifica la hipótesis nula y alternativa.

Hipótesis Nula:  $H_0 = P \leq .60$

Hipótesis Alternativa:  $H_a = P > .60$ ,

Donde P = la proporción de clientes con ingresos familiares anuales de \$200,000 o más.

**Paso 2.** Especifica el nivel de significación,  $\alpha$ , permitido. Para una  $\alpha = .05$ , el valor de tabla de Z para una prueba de una sola cola es igual a 1.64.

**Paso 3.** Calcula el error estándar de la proporción especificada en la hipótesis nula.

$$s_p = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Donde:

$p$  = proporción especificada en la hipótesis nula.

$n$  = tamaño de la muestra.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-III

Por consiguiente:

$$s_p = \sqrt{\frac{0.60(1-0.60)}{35}} = .0828$$

**Paso 4.** Calcula la estadística de prueba:

$$z = \frac{(\text{proporción}_{\text{observada}}) - (\text{proporción}_{H_0})}{s_p}$$

$$z = \frac{0.7429 - 0.60}{0.0828} = 1.73$$

**Paso 5.** La hipótesis nula se rechaza porque el valor de la Z calculada es mayor que el valor crítico Z. El banco puede concluir con un 95 por ciento de confianza ( $1 - \alpha = .95$ ) que más de un 60 por ciento de sus clientes tienen una utilidad de \$200,000 o más. La administración puede introducir el nuevo paquete de negocios orientado a este grupo.

*Hasta aquí el ejemplo 1.*

**Ejemplo 2.** Prueba de Hipótesis para Diferencias entre Dos Proporciones (Muestras Independientes).

Algunas veces estamos interesados en analizar la diferencia entre las proporciones de poblaciones de grupos con distintas características. *Por ejemplo:* La gerencia de una empresa avícola desea aplicar una estrategia de ventas, sobre la base de sus registros, resulta que el porcentaje de hombres dueños de microempresa que comercializan sus productos son 9 o más veces al mes (clientes frecuentes) es mayor que el porcentaje de mujeres que hacen lo mismo. Las especificaciones requeridas y el procedimiento para probar esta hipótesis es la siguiente:

**Paso 1.** Las hipótesis nula y alternativa son las siguientes:

$H_o = P_H - P_M \leq 0$  , la proporción de hombres que reportan 9 o más ventas por mes es la misma o menor que la proporción de mujeres que hacen lo mismo.

$H_a = P_H - P_M > 0$  , la proporción de hombres que reportan 9 o más ventas por mes es mayor a la proporción de mujeres que hacen lo mismo.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01	CAP-III

La información proporcionada es:

$$n_H = 45 \quad n_M = 71$$

$$P_H = .58 \quad P_M = .42$$

$$P_H - P_M = .58 - .42 = .16$$

**Paso 2.** Especifica el nivel de significación de  $\alpha = .05$ . El valor crítico para la prueba de una sola cola es de 1.64.

**Paso 3.** Estima el error estándar de la diferencia de las dos proporciones:

$$s_{p_{h-m}} = \sqrt{P(1-P) \left( \frac{1}{n_H} + \frac{1}{n_M} \right)}$$

Donde:

$$P = \frac{n_H P_H + n_M P_M}{n_H + n_M}$$

$P_H$  = proporción muestra de hombres (H)

$P_M$  = proporción muestra de mujeres (M)

$N_H$  = tamaño de muestra hombres

$N_M$  = tamaño de muestra mujeres

Por lo tanto:

$$P = \frac{45(.58) + 71(.42)}{45 + 71} = 0.48$$

Y,

$$s_{p_{h-m}} = \sqrt{.48(1-.48) \left( \frac{1}{45} + \frac{1}{71} \right)} = 0.10$$

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO: SSIMB-17-01</b>	
		<b>FECHA: 10-10-2017</b>	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:01</b>	<b>CAP-III</b>

**Paso 4.** Calcula de prueba estadística:

$$Z = \frac{(\text{diferencia\_entre\_proporciones\_observadas}) - (\text{diferencia\_entre\_proporciones\_}H_o)}{s_{p_{h-m}}}$$

$$Z = \frac{(.58 - .42) - (0)}{.10} = 1.60$$

**Paso 5.** La hipótesis nula es aceptada porque el valor de la Z calculada es menor que el valor crítico Z. La administración no puede concluir con un 95 por ciento de confianza que la proporción de hombres dueños de microempresa que comercializan sus productos son 9 o más veces mayor que la proporción de mujeres, por lo tanto se deberá recabar más información para la implementación de la estrategia de ventas.

*Hasta aquí el ejemplo 2.*

### 6.3.5.7 Análisis de varianza de un criterio (ANOVA)

Según Gutiérrez (2013) el análisis de la varianza de un criterio (ANOVA) es una metodología hacia analizar la variación entre muestras y la variación al interior de las mismas mediante la determinación de varianzas. Es llamado de un criterio puesto que analiza un variable independiente o factor. Como tal, es un método estadístico ventajoso para comparar dos o más medias poblacionales.

Tipos de ANOVAS:

Tabla N° 52. Tipos de ANOVAS:

N°.	TIPO
1	ANOVA de un factor o dirección
2	ANOVA de un factor y una variable de bloqueo
3	ANOVA de un factor y dos variables de bloqueo – CUADRADO LATINO
4	ANOVA de un factor y tres variables de bloqueo – CUADRADO GRECOLATINO

**Fuente:** (Gutiérrez, 2013)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-III

### 1. *El ANOVA de un factor o dirección:*

Se trata de probar si el efecto de un factor o tratamiento en la respuesta de un proceso o sistema es significativo, al realizar experimentos variando los niveles de ese factor (Temp. 1, Temp. 2, Temp.3, etc.)

Prueba de Hipótesis:

$$H_o : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots \mu_n$$

$H_a$ : Alguna media es diferente

Condiciones:

- Todas las poblaciones son normales
- Todas las poblaciones tiene la misma varianza
- Los errores son independientes con distribución normal de media cero
- La varianza se mantiene constante para todos los niveles del factor

### 2. *ANOVA de un factor y una variable de bloqueo:*

En este ANOVA se trata de probar si el efecto de un factor o tratamiento en la respuesta de un proceso o sistema es significativo, al realizar experimentos variando los niveles de ese factor (Temp.1, Temp.2, etc.) Por *renglón* y fundamentado en los niveles de otro factor que se piensa que tiene influencia en la prueba – *factor de bloqueo por columna*.

**Prueba de Hipótesis:**

a) Para el tratamiento en renglones

$$H_o : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots \mu_n$$

$H_a$ : Alguna media es diferente

b) Para el factor de bloqueo en columnas

$$H_o : \mu_{1'} = \mu_{2'} = \mu_{3'} \dots \mu_n$$

$H_a$ : Alguna media es diferente

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-III

**3. ANOVA de un factor y dos variables de bloqueo – CUADRADO LATINO:**

El diseño de Cuadrado latino utiliza dos factores de bloqueo agregadas al de tratamiento. El cálculo de suma de cuadrados para renglones y para columnas es similar al de ANOVA de un factor principal y otro de bloqueo.

**4. ANOVA de un factor y tres variables de bloqueo – CUADRADO GRECOLATINO:**

El diseño de Cuadrado Grecolatino maneja tres factores adicionales al del tratamiento. El cálculo de suma de cuadrados para renglones y para columnas es similar al de ANOVA de un factor principal y otro de bloqueo.

En todos los casos, la  $H_0$  se rechaza sí:

- $F_c > F_{tablas} \rightarrow$  Aceptando  $H_a$  donde las medias son diferentes ó también considerando el valor de P-value (del Minitab)
- Del correspondiente de  $F_c$   $P < \alpha \rightarrow$  Aceptando  $H_a$  donde las medias son diferentes

**Ejemplo:** El ANOVA de un factor o dirección

Dentro de una empresa avícola se analiza tres tipos distintos de motores a gasolina fueron probados para determinar cuánto tiempo son útiles antes de necesitar una reparación; si los tiempos de vida de los motores de cada tipo se distribuyen normalmente y tienen la misma varianza, haga una prueba usando  $\alpha = 0.05$  para determinar si difieren las medias de vida útil antes de requerir una reparación. En la tabla aparecen los tiempos de vida útil, en decenas de miles de millas para cada tipo de motor.

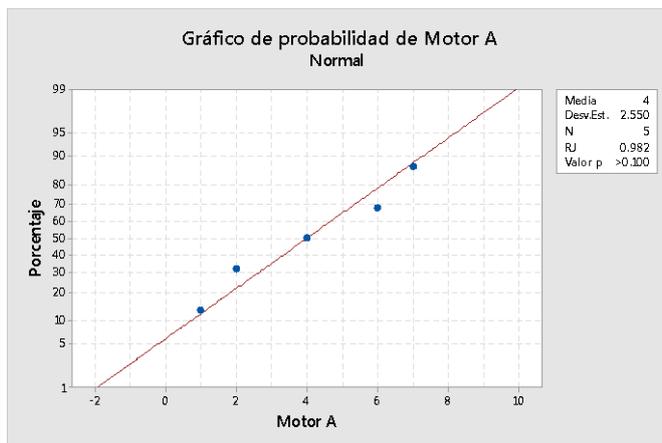
<b>Motor A</b>	<b>Motor B</b>	<b>Motor C</b>
6	8	3
2	7	2
4	7	5
1	2	4
7	6	1

Mediante el software estadístico Minitab determinar si las muestras provienen de una población normal para cada tipo de motor.

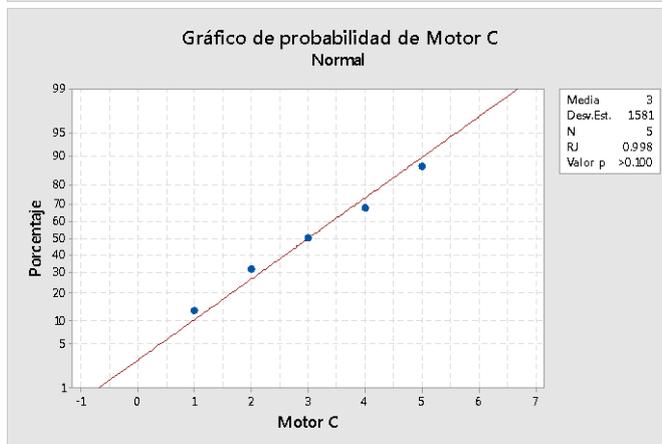
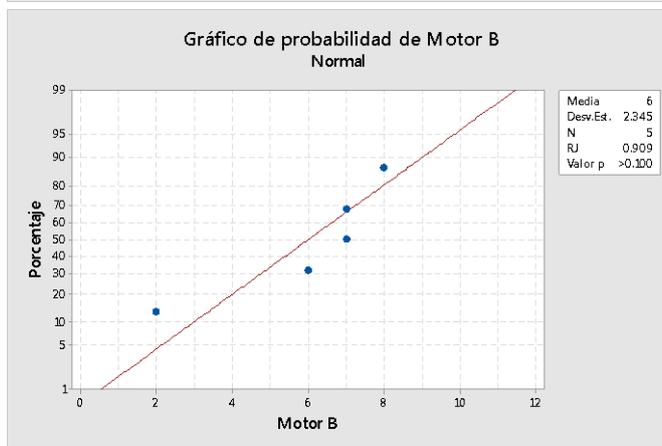
	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>FECHA:</b> 10-10-2017
		<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> III

- > ESTADÍSTICAS > ESTADÍSTICA BÁSICA > PRUEBA DE NORMALIDAD
- > VARIABLE – Columnas de datos – Seleccionar Ryan Joiner
- > OK

Gráfico N° 53. Prueba de normalidad



Hay normalidad si  
P value es  $\geq 0.05$



Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-III

Analizando las gráficas nos damos cuenta de que las 3 muestras provienen de poblaciones normales.

Si denotamos por  $\mu_1, \mu_2, \mu_3$  las medias poblacionales de los tiempos de vida útil para los tipos A, B y C, respectivamente, entonces podemos escribir las hipótesis estadísticas como:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$H_1$ : Al menos dos medias poblacionales no son iguales.

### ***ANOVA en Minitab.***

Utilice para calcular si difiere el rendimiento de los motores.

Seleccionar:

> ESTADÍSTICAS > ANOVA > UN SOLO FACTOR

Escoger de las columnas A, B, C

Seleccionar- respuesta “Rendimiento”

Seleccionar – Factor “Motor”

Opciones

Seleccionar - Nivel de confianza 95%

Gráficos

Seleccionar - Gráfica de probabilidad normal de residuos

Comparación

Seleccionar - Tukey’s

Aceptar

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP-III</b>

## ANOVA unidireccional: RENDIMIENTO vs. MOTOR

Método

Hipótesis nula                      Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna                  Por lo menos una media es diferente  
 Nivel de significancia     $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
MOTOR	3	A, B, C

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MOTOR	2	23.33	11.667	2.41	0.132
Error	12	58.00	4.833		
Total	14	81.33			

Resumen del modelo

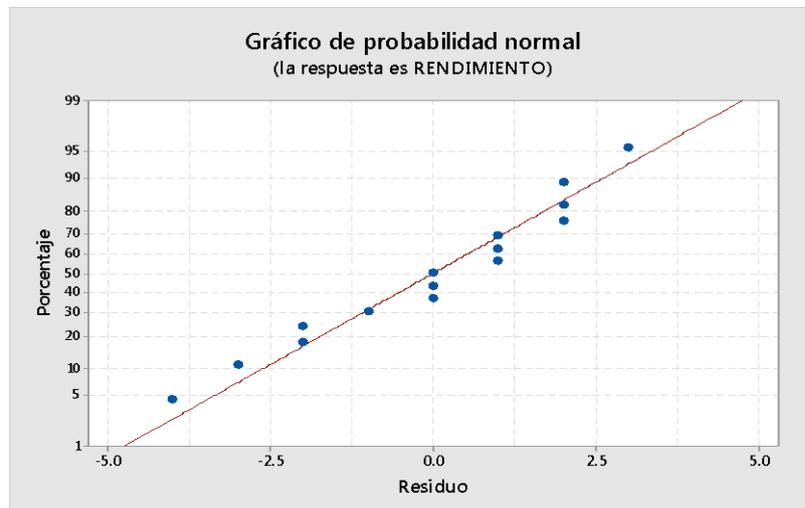
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
2.19848	28.69%	16.80%	0.00%

Medias

MOTOR	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
A	5	4.00	2.55	( 1.86, 6.14)
B	5	6.00	2.35	( 3.86, 8.14)
C	5	3.000	1.581	(0.858, 5.142)

Desv.Est. agrupada = 2.19848

Gráfico N° 54. Prueba de normal de residuos

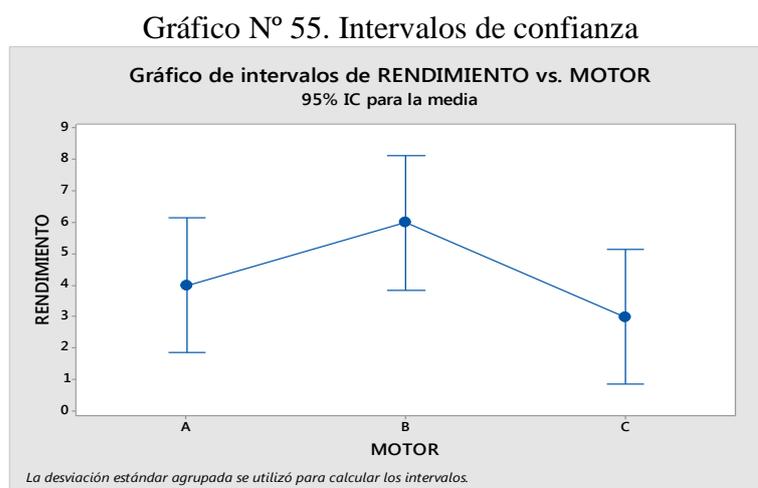


Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> III

La gráfica normal de residuos debe mostrar los residuos aproximados por una recta para validar el modelo.

El gráfico de los intervalos de confianza de los tres niveles A, B, C del factor se pueden traslapar por tanto sus efectos no son diferentes.



**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

*Análisis:* Como este valor P es mayor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y A, B y C no tienen efecto en la respuesta. Esto quiere decir que dentro de la empresa avícola NO tenemos evidencia estadística para afirmar que los tiempos de vida útil de los motores, antes de requerir una reparación son diferentes.

*Hasta aquí el ejemplo.*

### 6.3.5.8 Entregables de la fase de análisis

En esta etapa los entregables serían:

Tabla N° 53. Entregables de la fase de análisis

N°.	ENTREGABLES	IDENTIFICACIONES
1	Establecer Capacidad del Proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar datos gráficamente para para la “Y” del proyecto. (datos continuos).</li> <li>- Calcular el sigma inicial (de referencia) para la Y del proyecto.</li> </ul>
2	Definir Objetivos de Desempeño	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir objetivos de rendimiento</li> </ul>
3	Identificar Fuentes de Variación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar las posibles causas de variación.</li> <li>- Reducir la lista de causas potenciales.</li> </ul>

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-III

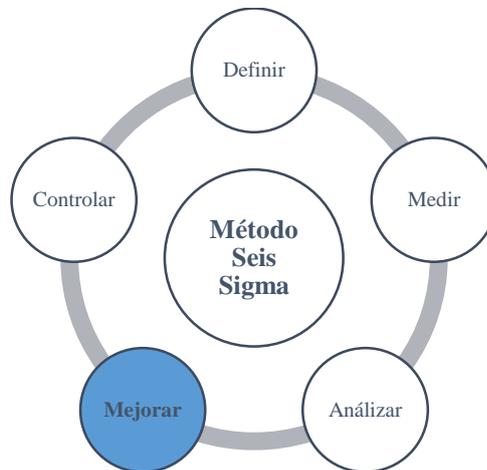
La siguiente fase es la de mejora, esta implica tanto el diseño como la implementación. En esta fase de diseño es muy importante ya que ocupa una preponderancia fundamental la participación de todos los participantes del proceso, como así también la capacidad creativa, de los mismos; además supone la actividad de benchmarking a los efectos de detectar en otras unidades de la misma empresa o en otras empresas (competidoras o no) representaciones más efectivas de llevar a cabo un proceso.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP-IV</b>

### 6.3.6 Capítulo 4. Fase de Mejora

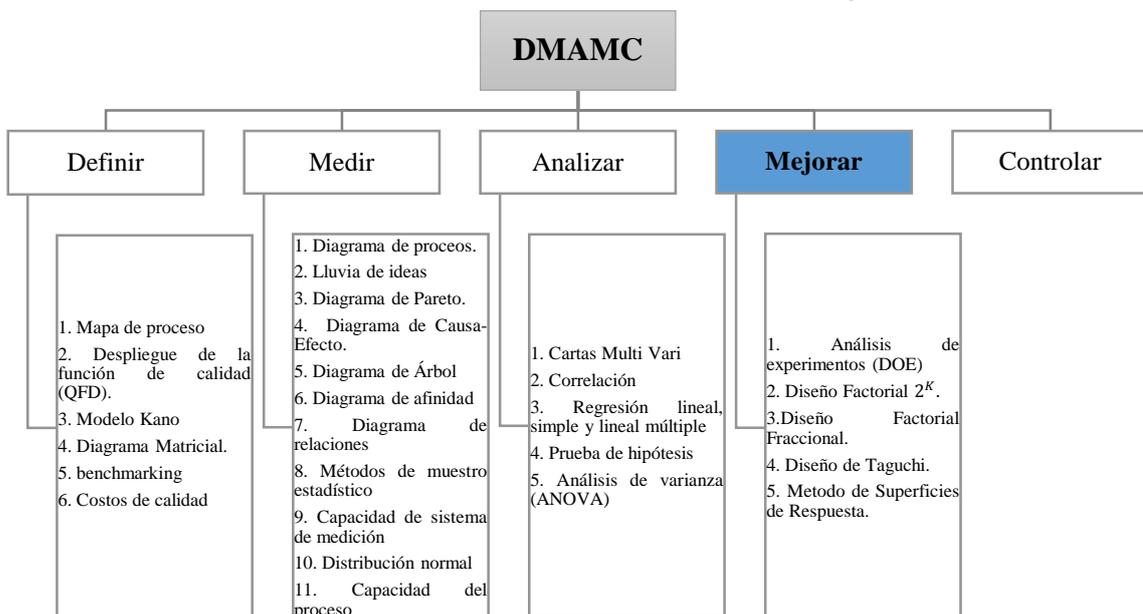
#### 6.3.6.1 Introducción

En la fase de análisis el equipo selecciona las características de desempeño del producto que incumben ser mejoradas para alcanzar la meta de mejora identificando las mayores fuentes de variación del proceso. En esta fase se utilizará el diseño de experimentos (DOE), para escoger las causas que más afectan nuestro CTQ e investigar estas causas para conocer el comportamiento del proceso.



Las Herramientas a utilizar pueden ser:

Gráfico N° 56. Herramientas en la Fase de Mejora



	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-IV

Según Gutiérrez (2013) el método de DOE se fundamenta en realizar cambios en los niveles de operación de los factores (X's) para conseguir los mejores resultados en la respuesta "Y". Esta información es de específica ayuda para la optimización y mejora de procesos.

Los objetivos de esta fase son:

- a). Identificar concretamente cómo el proceso debe ser mejorado.
- b). Conocer el uso de las herramientas de mejora.
- c). Trasladar el diseño de experimentos para la optimización de procesos.
- d). Conseguir las mejoras del proceso en el proyecto.

### **6.3.6.2 Etapas de la fase de Mejora**

Las etapas de la fase mejora son:

#### **Mostrar las causas potenciales y caracterización de X's:**

En la fase de análisis hallamos los pocos vitales X's, en esta fase vamos a determinar aquellos que específicamente afectan nuestro proceso. Esto se lleva a cabo a través de datos históricos, comprensión y discusiones. Con base a lo anterior también rechazamos las variables que no son utilizadas. Una opción para realizar esta actividad es mediante el uso del diagrama de Ishikawa.

Los cambios en los parámetros de operación referentes a las X's pueden ser puestos en niveles múltiples, para estudiar cómo afectan la respuesta en el proceso "Y". El Diseño de Experimentos es un método para examinar la significancia, o sea que tanto afectan cada uno de los factores a la variable de respuesta. Y para determinar la interacción entre dichos factores.

*Consideraciones:*

- El Diseño de Experimentos sirve para identificar los pocos vitales de los CTQ's
- En la optimización es utilizada para determinar los niveles más apropiados de los pocos vitales.
- Sirve para comparar el resultado experimental contra el proceso actual.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-IV

### 6.3.6.3 Diseño de Experimentos (DOE)

Para Montgomery (2004) un experimento es una prueba o serie de pruebas en las cuales se hacen modificaciones a las variables de entrada de un proceso o sistema para que puedan ser observadas y definidas las respuestas de salida

Los propósitos del diseño de experimentos son:

Tabla N° 54. Propósitos del diseño de experimentos

N°.	PROPÓSITO	CARACTERÍSTICA
1	Determinar	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cuáles variables son de mayor influencia a la salida.</li> <li>– Dónde fijar las entradas para producir la salida al nivel deseado.</li> <li>– Dónde fijar las entradas de mayor influencia para reducir la variabilidad en la salida.</li> <li>– Dónde fijar las entradas controlables para que los efectos de las entradas incontrolables sean minimizados.</li> </ul>
2	Encontrar la ecuación ( $y = f(x)$ )	– Aplicada para optimizar el proceso

**Fuente:** Montgomery (2004)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Por lo anterior, los métodos de diseño de experimentos (DOE) alcanzan utilizarse ya sea para el desarrollo o la mejora de los procesos, para mejorar el desempeño o para obtener un proceso que sea robusto o insensible a fuentes externas de variabilidad.

La metodología de diseño de experimentos (DOE) es una herramienta concisamente estadística para la mejora de la calidad usada frecuentemente en proyectos Seis Sigma. Esta metodología sirve para diseñar las condiciones ideales de un producto, proceso o servicio para que cumpla con expectativas usando el mínimo número de experimentos o pruebas. EL diseño de experimentos DOE es muy útil cuando tenemos entre manos un producto complicado cuyo resultado puede depender de una gran cantidad de variables que no controlamos y que convenimos ajustar para optimizarlo.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-IV

Existen diferentes tipos de experimentos entre los cuales se encuentra los siguientes:

Tabla N° 55. Tipos de experimentos

<b>TIPOS COMUNES DE EXPERIMENTOS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>NÚMERO TÍPICO DE FACTORES CONTROLABLES</b>
Factorial Completo (todas las combinaciones de factores y niveles)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Encontrar los niveles de factor que proporcionan los mejores resultados.</li> <li>– Construir un modelo matemático (evalúa todas las interacciones)</li> </ul>	4 o menos
Fraccional Factorial (subgrupo del número total de combinaciones)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Encontrar los niveles de factor que proporcionan los mejores resultados.</li> <li>– Construir un modelo matemático (evalúa todas las interacciones).</li> </ul>	5 o más
Diseño Central Compuesto	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Optimizar</li> <li>– Construir un modelo matemático cuando no haya efectos lineales (Superficie de respuesta).</li> </ul>	3 o menos
Diseño Robusto	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Optimizar</li> <li>– Para encontrar los niveles de factores a fin de reducir al mínimo la variación ante factores de ruido cambiantes</li> </ul>	5 o más
Diseño Robusto Dinámico de Taguchi	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Optimizar</li> <li>– Optimizar la función de un producto o proceso de manufactura.</li> <li>– Reducir al mínimo la sensibilidad al ruido y aumentar al máximo la sensibilidad a la señal de entrada.</li> </ul>	7 o más

**Fuente:** Montgomery (2004)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Los métodos de diseño de experimentos pueden también jugar un papel mayor en las actividades de ingeniería de desarrollo de nuevos productos o mejora de los productos actuales. Algunas aplicaciones del diseño de experimentos incluyen:

- a). Evaluación y comparación de configuraciones básicas de diseño.
- b). Evaluación de alternativas de material.
- c). Determinación de parámetros clave de diseño con impacto en el desempeño.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP-IV</b>

### 6.3.6.4 Diseño factorial $2^k$

Según Montgomery (2004) Es un diseño muy común es el que considera varios factores (K) en dos niveles (“alto” y “bajo”), el diseño más simple es el diseño  $2^k$ . Exclusivamente útil en las primeras fases del trabajo experimental, cuando posiblemente haya muchos factores que investigar.

Los métodos de análisis que se estudiarán consideran que los efectos son fijos, que los diseños son completamente aleatorizados y que se satisface el supuesto usual de normalidad. Los análisis estadísticos se hacen a partir de la descomposición de la  $SC_{total}$  en una serie de términos asociados a cada efecto investigado (todos ortogonales) + un término debido al error que recoge todo efecto de factores no controlados.

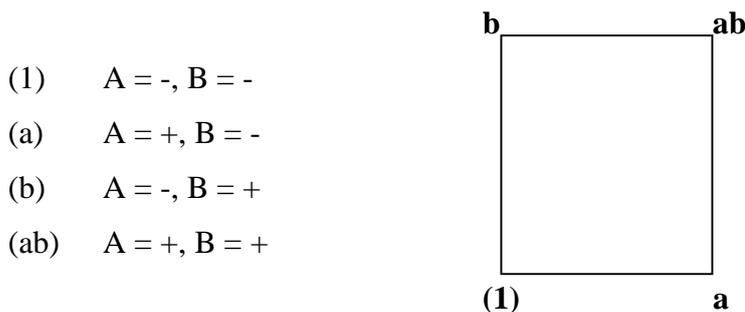
#### *Ortogonalidad*

- a). Dos efectos principales son ortogonales si en las pruebas del diseño experimental, en cada una de las variantes de un factor, aparecen en idénticas proporciones las variantes del otro.
- b). Seguidamente se puede extender la definición, a otros efectos.
- c). En los diseños factoriales equilibrados, todos los efectos son ortogonales.

### 6.3.6.5 Diseño Factorial $2^2$

Para Montgomery (2004) el diseño factorial  $2^2$  es el diseño más simple, usa dos factores A y B, cada uno en dos niveles. Demanda la realización de 4 experimentos que pueden replicarse  $n$  veces, tomando las sumas de los resultados de las réplicas se tiene:

Gráfico N° 57. Diseño  $2^2$



Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO: SSIMB-17-01</b>	
		<b>FECHA: 10-10-2017</b>	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:01</b>	<b>CAP-IV</b>

Los efectos de interés en el diseño factorial son los efectos principales de A y B y los efectos de la interacción AB, se denominan contrastes calculados como sigue:

$$A = \frac{a + ab}{2n} - \frac{b + (1)}{2n} = \frac{1}{2n}(a + ab - b - (1))$$

$$B = \frac{b + ab}{2n} - \frac{a + (1)}{2n} = \frac{1}{2n}(b + ab - a - (1))$$

$$AB = \frac{ab + (1)}{2n} - \frac{a + b}{2n} = \frac{1}{2n}(ab + (1) + -a - b)$$

Los totales entre paréntesis se denominan contrastes, aquí los coeficientes siempre son +1 ó -1. También se pueden determinar usando una tabla de signos para los efectos en el diseño  $2^2$  como sigue:

Tabla N° 56. Efectos factoriales

Corrida		I	A	B	AB
1	(1)	+	-	-	+
2	a	+	+	-	-
3	b	+	-	+	-
4	ab	+	+	+	+

ANOVA  
 $F_0 = SST / SSE$   
 $glSST = 4n - 1$   
 $gl.SSE = 4(n-1)$

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Para obtener la suma de cuadrados de A, B, y AB se usa:

$$SS = \frac{(\text{contraste})^2}{n \sum (\text{coeficientes de contrastes})^2}$$

Por tanto la suma de cuadrados para A, B y AB es:

$$SSA = \frac{1}{4n}(a + ab - b - (1))^2$$

$$SSB = \frac{1}{4n}(b + ab - a - (1))^2$$

$$SSAB = \frac{1}{4n}(ab + (1) + -a - b)^2$$

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01    CAP-IV

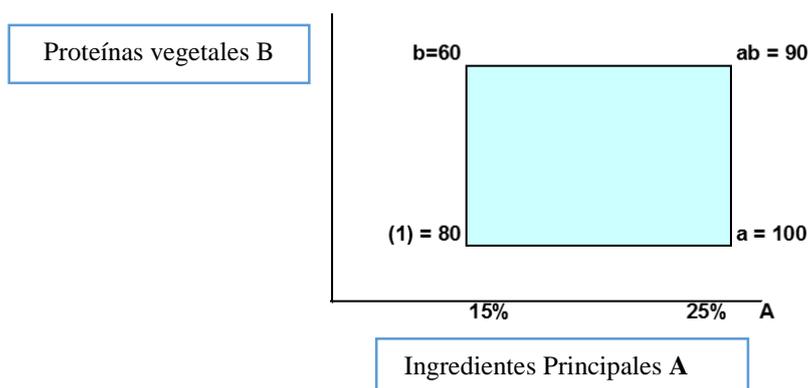
### Ejemplo 1: Diseño Factorial 2<sup>2</sup>

En concordancia a costos, el alimento concentrado es el insumo más importante para la producción de aves de corral, por lo que la disponibilidad de alimentos de bajo precio y elevada calidad es esencial para la expansión de la industria avícola. En estas circunstancias se trata de considerar la mezcla de ingredientes principales y la cantidad de fuentes de proteínas vegetales sobre la conversión (rendimiento) de un proceso productivo de balanceado. Por tal motivo sea A la mezcla de ingredientes principales con 2 niveles de interés que son 15% y 25%; Y las proteínas vegetales es B, con un nivel alto denotando el uso de 2 libras de proteínas y un nivel bajo denotando el uso de 1 libra.

Se hacen 3 réplicas del experimento y los datos son los siguientes:

TRATAMIENTOS	FACTOR		REPLICA			TOTAL
(1)	-	-	28	25	27	80
a	+	-	36	32	32	100
b	-	+	18	19	23	60
ab	+	+	31	30	29	90

De forma gráfica tenemos:



$$A = \frac{1}{2n} [ab + a - b - (1)] = \bar{y}_{A^+} - \bar{y}_{A^-} = \frac{ab + a}{2n} - \frac{b + (1)}{2n}$$

$$B = \frac{1}{2n} [ab + b - a - (1)] = \bar{y}_{B^+} - \bar{y}_{B^-} = \frac{ab + b}{2n} - \frac{a + (1)}{2n}$$

$$AB = \frac{1}{2n} [ab + (1) - a - b] = \bar{y}_{AB^+} - \bar{y}_{AB^-} = \frac{ab + (1)}{2n} - \frac{a + b}{2n}$$

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-IV

Los efectos principales de los factores e interacción son los siguientes:

$$A = 8.334$$

$$B = -5.0$$

$$AB = 1.67$$

Cada elemento dentro de los paréntesis se denomina contrastes o efectos totales de los factores. En este caso son ortogonales, su suma de cuadrados se halla con:

$$SS_T = \sum \sum \sum y_{ijk}^2 - \frac{y_{...}^2}{4n}$$

$$SS_A = \frac{1}{4n} [ab + a - b - (1)]^2$$

$$SS_B = \frac{1}{4n} [ab + b - a - (1)]^2$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{4n} [ab + (1) - a - b]$$

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AB}$$

Para este caso la Tabla ANOVA es:

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>SUMA DE CUADRADOS</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>	<b>CUADRADO MEDIO</b>	<b>Fo (0.05)</b>	<b>P</b>
A	208.33	1	208.33	53.15	0.0001
B	75.00	1	75.00	19.13	0.0024
AB	8.33	1	8.33	2.13	0.1826
ERROR	31.34	8	3.92		
TOTAL	323.00	11			

**Análisis:** De la Tabla ANOVA anterior se puede concluir a un nivel Alfa de 0.05 vs P, que los factores **A** y **B** son significativos, y la interacción **no es** significativa.

#### *Análisis Residual*

Para obtener los residuos se utiliza la ecuación de regresión  $y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_1 x_2 + \varepsilon$ , donde los factores A y B se representan por  $X_1$  y  $X_2$  y la interacción AB por  $X_1 X_2$ . Los niveles alto y bajo de cada factor se asignan a los valores +1 y -1 respectivamente, el modelo de ajuste es:

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO: SSIMB-17-01</b>	
		<b>FECHA: 10-10-2017</b>	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:01</b>	<b>CAP-IV</b>

El valor de la intersección  $\beta_0$  se calcula como el promedio de las observaciones y cada coeficiente de regresión es la mitad del efecto estimado del factor correspondiente, dado que los coeficientes de regresión miden el efecto de una unidad de cambio en  $X_i$  sobre la media de  $Y$ , y el estimado del efecto se basa en dos unidades de cambio de ( $X_1 = -1$  a  $X_2 = 1$ ).

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_1 x_2 + \varepsilon$$

$$\beta_0 \text{ estimado} = \beta_0 = \text{promedio de respuestas} = (80+100+60+90)/4*3 = 27.50$$

$$\text{Efecto principal del factor A} = (190 - 140) / 2*3 = 8.33$$

$$\text{Efecto principal del factor B} = (150 - 180) / 2*3 = -5$$

$$\text{Efecto principal de la interacción AB} = (170 - 160) / 2*3 = 1.67$$

$$\beta_1 = \frac{A}{2} = 4.165 \quad \beta_2 = \frac{B}{2} = -2.50 \quad \beta_3 = \frac{AB}{2} = 0.835$$

El modelo de regresión ajustado es:

$$y_{est} = 27.50 + 4.165x_1 - 2.50x_2$$

**Nota:** La interacción no se incluye en la ecuación de regresión porque no fue significativa.

La variable  $X_1$  es una variable codificada que representa la Ingredientes Principales y  $X_2$  es una variable codificada que representa la cantidad de la cantidad de fuentes de proteínas vegetales.

La razón de que el coeficiente de regresión sea la mitad de las estimaciones del efecto es que un coeficiente mide el efecto de un cambio unitario en  $X$  sobre la media de  $Y$ , y la estimación del efecto se basa en un cambio de dos unidades (-1 a +1). Se deduce del método de mínimos cuadrados.

La relación entre las variables codificadas y las variables naturales es:

$$x_1 = \frac{\text{Ingredientes} - \text{promedio.de.ingredientes}}{\text{Rango.de.ingredientes} / 2} = \frac{\text{Ingredientes} - 20}{5}$$

$$x_2 = \frac{\text{Proteínas} - \text{promedio.de.proteínas}}{\text{Rango.de.proteínas} / 2} = \frac{\text{Proteínas} - 1.5}{0.5}$$

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	VERSION:01	CAP-IV

Entonces para conseguir una respuesta con valores reales, se sustituye  $X_1$  y  $X_2$  en la ecuación para valores codificados.

$$y_{est} = 27.50 + \left(\frac{8.33}{2}\right)\left(\frac{Ingredientes - 20}{5}\right) + \left(\frac{-5}{2}\right)\left(\frac{Proteinas - 1.5}{0.5}\right)$$

$$y_{est} = 18.33 + 0.8333 * Ingredientes - 5.00 * Proteinas$$

### **Residuales Adecuación del Modelo:**

Con este modelo se pueden encontrar los valores estimados en los cuatro puntos del diseño. Considerando todavía los valores codificados en (-1,+1), ara el punto ( $X_1 = -1$  y  $X_2 = -1$ ) se tiene:

$$y_{est} = 27.50 + 4.165(-1) - 2.50(-1) = 25.835$$

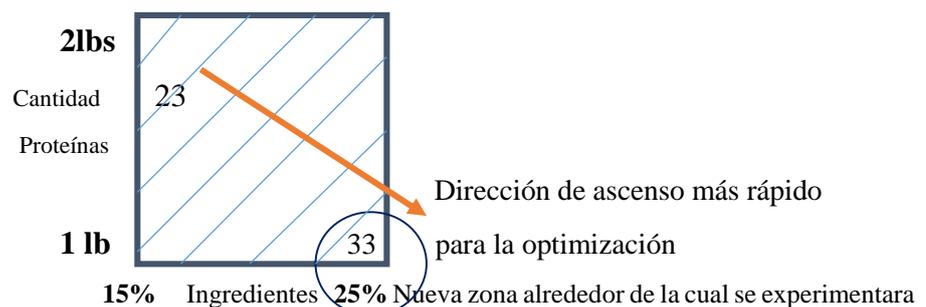
Existen tres observaciones en esta combinación de tratamientos entonces los residuales son:

$$e_1 = 28 - 25.835 = 2.165$$

$$e_2 = 25 - 25.835 = -0.835$$

$$e_3 = 27 - 25.835 = 1.165$$

De la misma forma se calculan todos los demás residuales. Al final se graficó la probabilidad normal para observar su normalidad y se grafican contra los valores estimados y el orden para asegurar que se mantiene la varianza. Por medio de la ecuación de regresión se obtiene la gráfica de contornos, por medio de la cual se halla la dirección de mejoramiento potencial de un proceso. Lo cual se logra por medio del método del ascenso más pronunciado.



	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP-IV</b>

## Ejemplo 2: Diseño Factorial 2<sup>2</sup> en Minitab

Se toman los datos del ejemplo anterior y realizar lo siguiente en el software Minitab:

> ESTADÍSTICAS > DOE > FACTORIAL > CREAR DISEÑO FACTORIAL

Seleccionar - factorial de 2 niveles (generadores por defecto)

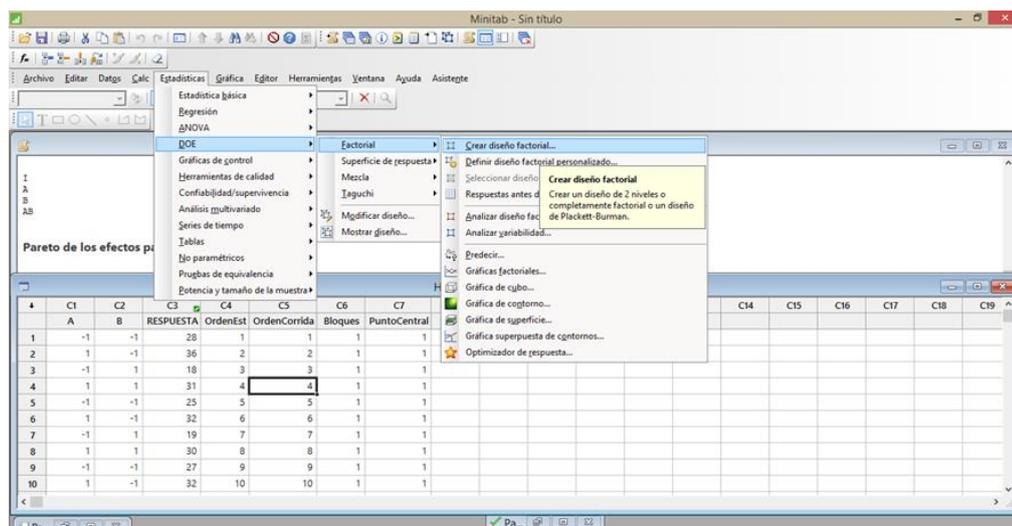
Seleccionar - Número de puntos centrales 0

Seleccionar - En Diseños Número de réplicas 3 Número de bloques 1

En Factores A = Ingredientes A Factor B = Proteínas B

Seleccionar - Opciones quitar selección de Aleatorio se ejecuta

> ACEPTAR



**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Analizar el diseño con:

> ESTADÍSTICAS > DOE > FACTORIAL > ANALIZAR DISEÑO FACTORIAL

Seleccionar -En respuestas indicar Columna de Respuesta

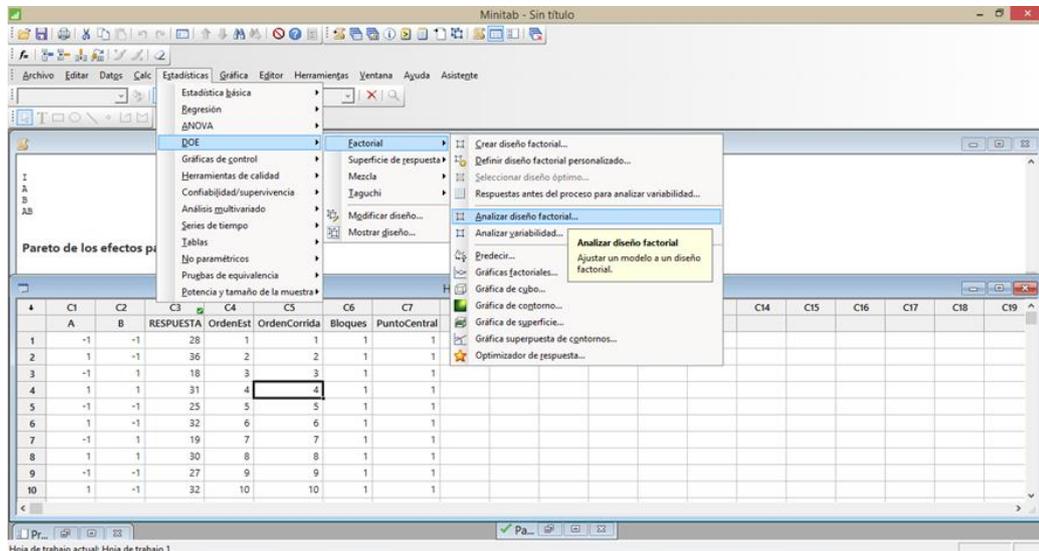
Seleccionar - Términos y Resultados pasar todos los factores a Términos seleccionados

Seleccionar - Gráficos elegir para Parámetros de efectos Pareto y Normal con alfa de 0.05

Seleccionar - Gráficos elegir Grafica de residuos

> ACEPTAR

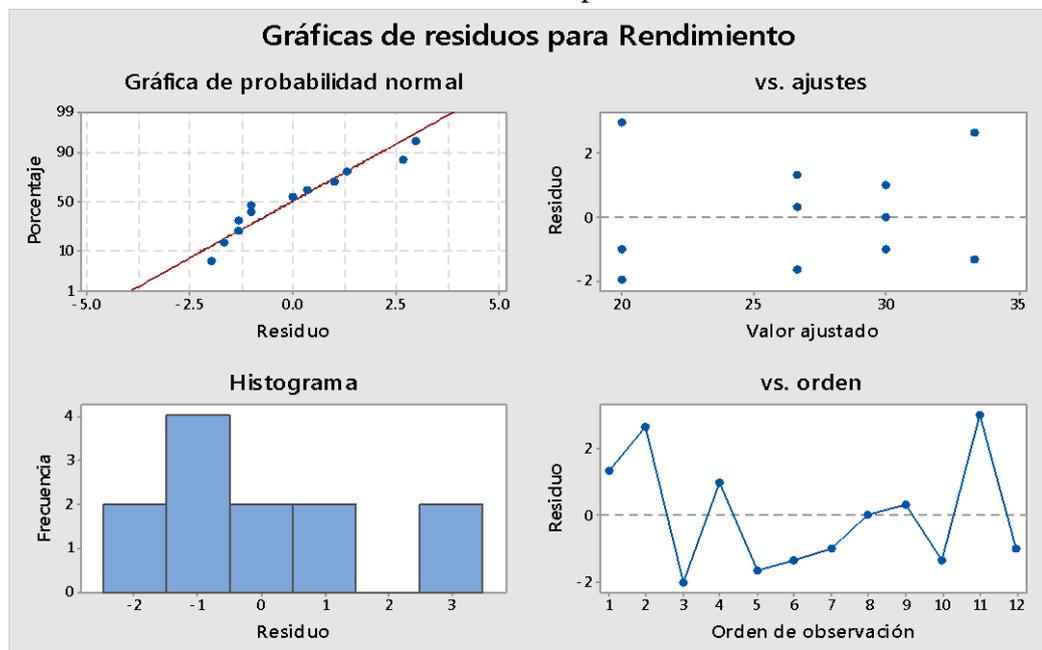
	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>	
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO: SSIMB-17-01</b>
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>FECHA: 10-10-2017</b>
	<b>VERSION:01</b>	<b>CAP-IV</b>



Elaborado Por: Muyulema (2017)

- a). Los residuos se distribuyen normalmente y el diseño es válido y adecuado para la caracterización de este problema.

Gráfico N° 58. Residuos para rendimiento



Elaborado Por: Muyulema (2017)

- b). De la Tabla de efectos (ANOVA), se observan efectos o interacciones que puedan tener un efecto significativo en la resistencia

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP-IV</b>

Coefficientes codificados

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	VIF
Constante		27.500	0.571	48.14	0.000	
A	8.333	4.167	0.571	7.29	0.000	1.00
B	-5.000	-2.500	0.571	-4.38	0.002	1.00
A*B	1.667	0.833	0.571	1.46	0.183	1.00

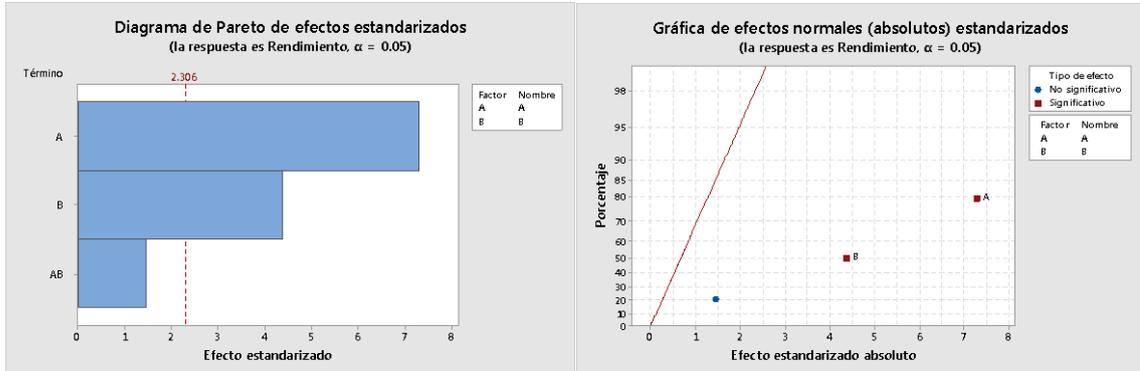
Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Rendimiento} = 27.500 + 4.167 A - 2.500 B + 0.833 A*B$$

**Análisis:** En este caso se observa que tienen una influencia significativa los ingredientes A y el B proteínas y su interacción no.

c). Con base en el Pareto o gráfica normal de los efectos, se comprueba que los factores significativos son ambos catalizadores, mientras que su interacción No lo es como se evidencia en las figuras siguientes:

Gráfico N° 59. Diagrama de Pareto y efectos normales



Elaborado Por: Muyulema (2017)

d). De la tabla de coeficiente se obtiene la ecuación del modelo que representa este proceso.

$$Y_{est} = 27.5 + 4.16 * \text{Ingredientes A} - 2.50 * \text{Proteína B}$$

e). Obtener las gráficas factoriales con:

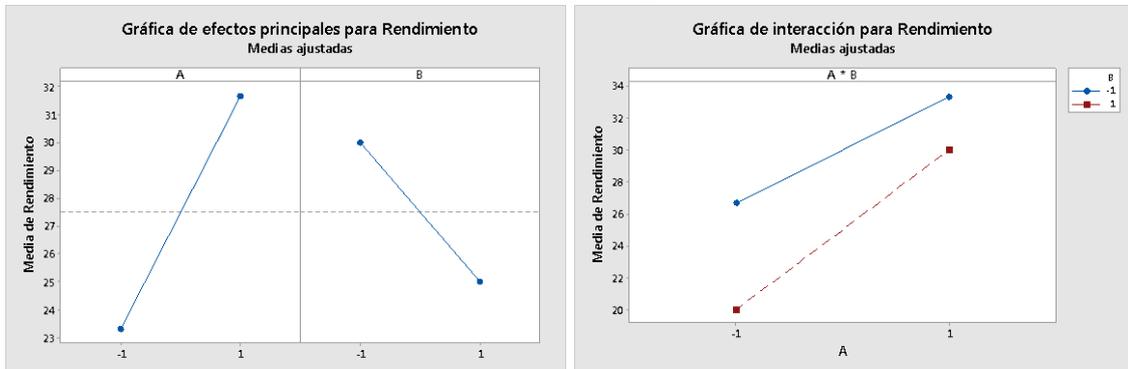
>ESTADÍSTICAS > DOE> FACTORIAL> GRAFICAS FACTORIALES

Seleccionar - Graficas y elegir gráfica de efectos principales y gráfica de interacción

> ACEPTAR

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> IV

Gráfico N° 60. Efectos principales e interacción



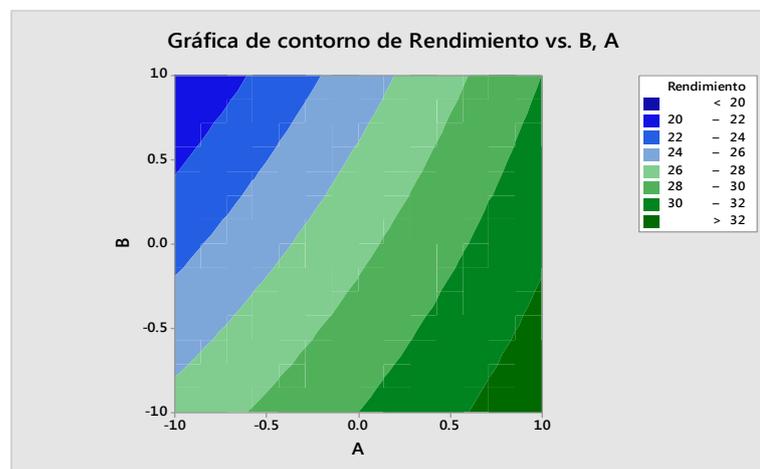
Elaborado Por: Muyulema (2017)

Los niveles en que deben fijarse los factores para maximizar la resistencia son de la gráfica de interacción, Catalizador A =1 y Catalizador B = -1.

f). Obtener las gráficas de contornos y de superficie de respuesta con:

>ESTADÍSTICAS > DOE> FACTORIAL> GRÁFICAS DE CONTORNO > ACEPTAR

Gráfico N° 61. Contorno del rendimiento



Elaborado Por: Muyulema (2017)

De acuerdo a la gráfica de contornos, conviene seguir experimentando aumentando gradualmente las proteínas hasta llegar al punto óptimo en una trayectoria de ascenso rápido.

**Nota:** Una vez establecidos los mejores niveles de operación del proceso por medio del Diseño de Experimentos, ahora se trata de mantener la solución por medio de la fase de Control.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-IV

### 6.3.6.6 El Diseño Factorial Fraccional

Para Montgomery (2004) el diseño factorial fraccional se da cuando crece el número de factores, surgen tantas combinaciones en los ensayos factoriales, que es prudente reducir la labor experimental. En lugar de ejecutar el ensayo completo con un número muy alto de tentativas, se recurre a los diseños factoriales fraccionales o incompletos, donde, en lugar de considerar la totalidad de las posibilidades, se supone una fracción bien elegida. Con cinco factores a tres niveles se llegan a 243 combinaciones posibles y si la tarea se redujese a una fracción de un tercio, bastarían 81 ensayos. Si fuese 1/9, obtendríamos 27.

Tabla N° 57. Ventajas y desventajas del diseño Factorial Fraccional

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Se pueden obtener conclusiones parecidas que con experimentación de diseños factoriales completos con menos experimentos (<math>\frac{1}{2}</math> o <math>\frac{1}{4}</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– En muchos casos sólo se pueden estimar los efectos principales de los factores (diferencia de promedios)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Resulta más económico</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dado que en muchos casos las interacciones no son significativas, no importa que su efecto se confunda con los de los factores principales</li> </ul>	

**Fuente:** Montgomery (2004)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

### 6.3.6.7 El diseño Taguchi

Montgomery (2004) sugiere tres pasos que son: diseño del sistema diseño de parámetros y diseño de tolerancias. De estas tres etapas, la más importante es el diseño de parámetros cuyos objetivos son:

- a). Identificar qué factores afectan la particularidad de calidad en cuanto a su magnitud y en cuanto a su variabilidad.
- b). Especificar los niveles “óptimos” en que debe fijarse cada parámetro o factor, a fin de optimizar la operación del producto y hacerlo lo más robusto posible.
- c). Identificar factores que no afecten substancialmente la característica de calidad a fin de liberar el control de estos factores y ahorrar costos de pruebas.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	VERSION:01	CAP-IV

Taguchi brinda una alternativa no del todo diferente que se conoce como Arreglos Ortogonales y las Gráficas Lineales. La herramienta se encuentra dentro de los diseños Factoriales Fraccionados, sin embargo cuando el número de factores se ve incrementado, las posibles interacciones aumentan, así como la complicaciones para identificar cuáles son las condiciones específicas a experimentar.

Un arreglo ortogonal se consigue comparar con una replicación factorial fraccionada, de manera que conserva el concepto de ortogonalidad y contrastes. Un experimento factorial fraccionado es también un arreglo ortogonal. Taguchi amplió una serie de arreglos particulares que denominó: La  $(b)^c$ .

a = Constituye el número de pruebas o condiciones experimentales que se tomarán. Esto es el número de renglones o líneas en el arreglo.

b = Significa los diferentes niveles a los que se tomará cada factor

c = Representa al número de efectos independientes que se pueden analizar, esto es el número de columnas.

#### **Ejemplo 1:** Un diseño Taguchi L4

Experimento con 2 niveles y 3 factores emplear la herramienta de diseño Taguchi por lo que se requieren 4 pruebas. En la matriz se pueden observar los contrastes de cada factor, formando las columnas de los factores; (1) significa que el factor está a su nivel bajo (-) y (2) a su nivel alto o de signo (+).

NO. (a)	FACTORES (c)			RESULTADO
	A	B	C	
1	1	1	1	Y1
2	1	2	2	Y2
3	2	1	1	Y3
4	2	2	1	Y4
1, 2	= Niveles de los Factores (b), Contrastes			

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

El diseño de Taguchi despliega una serie de arreglos para experimentos con factores a dos niveles:

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-IV

Tabla N° 58. Arreglos de Taguchi para experimentos con factores a dos niveles

diseño	Número de condiciones experimentales (renglones) líneas o pruebas	Número de factores o efectos máximo que se pueden analizar y numero de columnas
L4	4	3
L8	8	7
L12	12	11
L16	16	15
L32	32	31
L64	64	63

**Fuente:** Gutiérrez (2013)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

*Hasta aquí el ejemplo 1.*

### **Ejemplo 2:** Un diseño Taguchi L8

Utilización de la Metodología Six Sigma para el mejoramiento del proceso de faenamiento dentro de una empresa avícola, una característica no deseada es la existencia de hematomas en el producto final. Se cree que 5 factores pueden estar afectando la manifestación, éstos son:

<b>FACTOR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>NIVEL 1</b>	<b>NIVEL 2</b>
<b>a</b>	Transporte de aves vivas	tipo 1	tipo 2
<b>b</b>	Pre almacenamiento del lote	5%	10%
<b>c</b>	Tiempo de aturdido ave	10seg	15 seg
<b>d</b>	Humedad	3%	5%
<b>e</b>	Presión de flujo de agua	20 psi	30 psi

Se desea analizar el efecto de cada factor y proponer las mejores condiciones de operación. En este caso estamos interesados en analizar el efecto de 5 factores o efectos, a dos niveles cada uno. Por lo tanto, se utilizará un arreglo ortogonal L8.

Se ejecutarán por lo tanto 8 pruebas o condiciones experimentales, ¿A qué columna específicamente se asignará cada factor?, en estos casos se pueden asignar a cualquier columna, aunque se recomienda que aquellos factores que en la práctica sea más difícil de variar de nivel continuamente, sean los que se asigne a las primeras columnas.

	MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO									
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el							CODIGO: SSIMB-17-01		
	Balanced Scorecard.							FECHA: 10-10-2017		
	INDUSTRIA AVÍCOLA							VERSION:01		CAP-IV

El arreglo L8 y su descripción para este caso se muestra a continuación:

No.	A	B	C	D	E	F e1	G e2	Transporte de aves vivas	Pre almacenamiento del lote	Tiempo de aturdido ave	Humedad	Presión de flujo de agua	Yi
1	1	1	1	1	1	1	1	Tipo 1	5%	10seg	3%	20psi	0.49
2	1	1	1	2	2	2	2	Tipo 1	5%	10seg	5%	30psi	0.42
3	1	2	2	1	1	2	2	Tipo 1	10%	15seg	3%	20psi	0.38
4	1	2	2	2	2	1	1	Tipo 1	5%	15seg	5%	30psi	0.30
5	2	1	2	1	2	1	2	Tipo 2	5%	15seg	3%	30psi	0.21
6	2	1	2	2	1	2	1	Tipo 2	10%	15seg	5%	20psi	0.24
7	2	2	1	1	2	2	1	Tipo 2	5%	10seg	3%	30psi	0.32
8	2	2	1	2	1	1	2	Tipo 2	5%	10seg	5%	20psi	0.28
<b>TOTAL</b>												2.64	

Observe que en las columnas vacías, F y G, se ha escrito la letra e1, y e2 respectivamente esto para indicar que en ellas se evaluará la variación natural o error aleatorio. Si no se asigna ningún factor, es de esperar que ahí se manifieste la variación natural. Los resultados de Yi se muestran en ppm.

El análisis de resultados, se puede efectuar de dos maneras diferentes. Una de ellas mediante una serie de gráficas, la otra mediante el análisis de varianza, se muestra en este ejemplo primero el uso del análisis de varianza, posteriormente se muestra el uso de gráficas.

#### Análisis de varianza

**Paso 1.** Obtener los totales de la variable de respuesta o lecturas, para cada uno de los niveles de los factores.

Para calcular los totales para cada nivel del factor A, observamos que las primeras cuatro pruebas del arreglo se efectuaron con el factor a su nivel 1 (Transporte tipo I) y las siguientes cuatro a su nivel 2 (Transporte tipo II).

Los totales son por lo tanto:

$$A_1 = \text{total de las lecturas que se tomaron con el factor A a su nivel 1} \\ = 0.49 + 0.42 + 0.38 + 0.30 = 1.59$$

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>FECHA:</b> 10-10-2017
		<b>VERSION:</b> 01	CAP-IV

$A_2$ = total de las lecturas que se tomaron con el factor A a su nivel 2

$$= 0.21+0.24+0.32+0.28= 1.05$$

Para el factor D se tiene que las pruebas 1, 3, 5 y 7 se efectuaron a su nivel 1 (humedad del 5%), por lo tanto los totales son:

$D_1$ = Total de las lecturas que se tomaron con el factor D a su nivel 1

$$= 0.49+0.38+0.21+0.32= 1.40$$

$D_2$ = Total de las lecturas que se tomaron con el factor D a su nivel 2

$$= 0.42+0.30+0.24+0.28= 1.24$$

En resumen se tiene:

<b>Factor</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>e1</b>	<b>e2</b>
Nivel 1	1.59	1.36	1.51	1.40	1.39	1.28	1.35
Nivel 2	1.05	1.28	1.13	1.24	1.25	1.36	1.29
<b>Total</b>	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64

**Nota:** Observe que la suma de los dos niveles debe dar siempre el total de las ocho lecturas 2.64.

**Paso2.** Obtener una cantidad que llamaremos suma de cuadrados esta se calcula como sigue:

Suma de los cuadrados del factor  $x = SS X = (Total\ nivel\ 2 - Total\ nivel\ 1)^2 / n$

Donde “n” representa el número total de lecturas que se tomaron.

Así por ejemplo, para el factor A, tendremos que dado que  $n=8 \therefore$

$$A_1 = \text{Total de lecturas con el factor A a su nivel 1} = 0.49 + 0.42 + 0.38 + 0.30 = 1.59$$

$$A_2 = \text{Total de lecturas con el factor A a su nivel 2} = 0.21 + 0.24 + 0.32 + 0.28 = 1.05$$

$$SSA = \text{Suma de cuadrados debido al factor A} \quad SSA = (A_2 - A_1)^2 / 8 = 0.03645 \text{ con 1 g.l}$$

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-IV

Para el factor B se tiene

$$SSB = (B_2 - B_1)^2 / 8 = (1.28 - 1.36)^2 / 8 = 0.00080 \text{ con } 1 \text{ g.l.}$$

Similarmente

$$SSC = (C_2 - C_1)^2 / 8 = (1.13 - 1.51)^2 / 8 = 0.01805 \text{ con } 1 \text{ g.l.}$$

$$SSD = (D_2 - D_1)^2 / 8 = (1.24 - 1.40)^2 / 8 = 0.00320 \text{ con } 1 \text{ g.l.}$$

$$SSE = (E_2 - E_1)^2 / 8 = (1.25 - 1.39)^2 / 8 = 0.00245 \text{ con } 1 \text{ g.l.}$$

$$SSe = 0.00080 \text{ con } 1 \text{ g.l.}$$

$$SSe = 0.00045 \text{ con } 1 \text{ g.l.}$$

La suma de cuadrados de las columnas donde no se asignó factor (SSe) se toma como estimaciones del error y se suman.

$$SSe = 0.00080 + 0.00045 = 0.00125 \text{ con } 2 \text{ g.l.}$$

**Paso 3.** Construir una tabla ANOVA, ésta es:

<b>Efecto</b>	<b>SS</b>	<b>G.l.</b>	<b>V</b>	<b>Fexp</b>	<b>% Contrib.</b>
<b>A</b>	0.03645	1	0.03645	58.32*	57.59
<b>B</b>	0.00080	1	0.00080	1.28	0.28
<b>C</b>	0.01805	1	0.01805	28.88**	28.01
<b>D</b>	0.00320	1	0.00320	5.12	4.14
<b>E</b>	0.00245	1	0.00245	3.92	2.93
<b>Error</b>	0.00125	2	0.000625		7.03
<b>Total</b>	0.0622	7			100

\* Significante al nivel 5% ya que  $F_{0.05}(1,2) = 18.51$

\*\* Significante al nivel 10% ya que  $F_{0.10}(1,2) = 8.16$

Bajo la columna SS se obtienen las sumas de cuadrados. Bajo la columna G.l. (grados de libertad), tendremos el número de columnas que se usaron para evaluar el factor, en este caso, sólo puede ser de uno para cada factor y más de uno únicamente para el caso del error.

La columna V, se obtiene dividiendo el número bajo la columna SS, entre el número de la columna G.L.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-IV

Así por ejemplo, para el factor A se tiene

$$SSA = 0.03645, \text{ G.L. de } A = 1$$

$$V = SSA / \text{G.L.} = 0.03645 / 1 = 0.03645$$

Por último, el valor de  $F_{exp}$ , se obtiene de dividir el valor de  $V$  de cada factor, entre el valor de  $V$  para la estimación del error.

$$F_{exp} \text{ de } A = V(A) / V(\text{error}) = 0.03645 / 0.000625 = 58.32$$

**Paso 4.** Obtener las conclusiones:

Cualesquiera de los factores, que tienen un valor de  $F_{exp}$  mayor que dos (2) se considera que afectan la variable de respuesta, existencia de hematomas en este caso. Estos son llamados factores significantes. En este ejemplo resultan significantes los factores A: Transporte de aves vivas; C: Tiempo de aturdido ave; D: Humedad y E: Presión de flujo de agua.

Se instruye que aquellos efectos que no resultaron significantes, se consideren como error aleatorio, a fin de obtener una mejor estimación (con mayor número de grados de libertad).

En este caso por ejemplo, una mejor estimación de  $S_{Se}$  es:

$$S_{Se} = SSB + SSe = 0.00080 + 0.00125 = 0.00205$$

$$\text{Con } 1 + 2 = 3 \text{ grados de libertad y } (V_e) = (S_{Se}) / 3 = 0.00205 / 3 = 0.00068$$

Las estimaciones que se consiguen de esta manera suelen escribirse entre paréntesis.

La tabla ANOVA queda ahora

<b>Efecto</b>	<b>SS</b>	<b>G.L.</b>	<b>V</b>	<b>F<sub>exp</sub></b>
<b>A</b>	0.03645	1	0.03645	53.60
<b>C</b>	0.01805	1	0.01805	26.54
<b>D</b>	0.00320	1	0.00320	4.72
<b>E</b>	0.00245	1	0.00245	3.60
<b>Error</b>	0.00205	3	0.00068	
<b>Total</b>	0.0622	7		

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-IV

Posteriormente resta decidir a qué nivel habrá de fijar cada factor significativa, y qué podremos esperar. Para tomar esta decisión, es de mucha ayuda obtener los promedios de las lecturas que se tomaron a cada nivel para cada uno de los factores significantes.

Los promedios de la emisión de formaldehído para cada nivel se obtienen dividiendo c/u de los totales entre 4, (c/total es la suma de cuatro lecturas).

$$\bar{A}_1 = A_1/4 = 1.59/4 = 0.3975$$

$$\bar{A}_2 = A_2/4 = 1.05/4 = 0.2625$$

El resto de los promedio son:

<b>Factor</b>	<b>Nivel 1</b>	<b>Nivel 2</b>
<b>A</b>	$\bar{A}_1 = 0.3975$	$\bar{A}_2 = 0.2625$
<b>B</b>	$\bar{B}_1 = 0.3400$	$\bar{B}_2 = 0.3200$
<b>C</b>	$\bar{C}_1 = 0.3775$	$\bar{C}_2 = 0.2825$
<b>D</b>	$\bar{D}_1 = 0.3500$	$\bar{D}_2 = 0.3100$
<b>E</b>	$\bar{E}_1 = 0.3475$	$\bar{E}_2 = 0.3125$

El promedio general denotado como Y es:

$$Y = (0.49 + 0.42 + 0.38 + 0.30 + 0.21 + 0.24 + 0.32 + 0.28) / 8 = T/n = 2.64 / 8 = 0.33$$

Los factores A, C, D y E que afectan la existencia de hematomas en el producto final deberán fijarse al nivel que minimicen hematomas, esto es, al nivel que se obtenga el promedio menor, en este ejemplo; A2, C2, D2 y E2; transporte de aves vivas tipo II, 15 segundos como tiempo de aturrido del ave, 5% de humedad y 30 psi.

El factor B juega aquí un papel sumamente importante. Dado que no afecta a la existencia de hematomas en el producto final, dentro del intervalo analizado, se utiliza para reducir los costos de producción. Esto se hace fijándolo a su nivel más económico.

Hacia lo cual para cada efecto significativa se calcula una resta, que llamaremos el efecto de cada factor respecto al promedio general, para este caso el efecto es:

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-IV

EF A = (promedio bajo la condición propuesta del factor promedio general)

$$= A_2 - Y = 0.2625 - 0.3300 = -0.0675 \text{ (A se fijó a su nivel 2)}$$

EF C =  $C_2 - Y = 0.2825 - 0.3300 = -0.0475$

EF D =  $D_2 - Y = 0.3100 - 0.3300 = -0.0200$

EF E =  $E_2 - Y = 0.3125 - 0.3300 = -0.0175$

Finalmente, el resultado deseado bajo las condiciones A2, C2, D2, E2, que llamaremos Yest., se deriva sumando al promedio general Y todos los efectos de los factores significantes.

$$Y_{est} = Y + EF A + EF C + EF D + EF E$$

$$Y_{est} = 0.3300 - 0.0675 - 0.0475 - 0.0200 - 0.0175 = 0.1775$$

**Nota:** Si las lecturas no siguen un orden secuencial, o se toman en otra prueba bajo las mismas condiciones se le conoce como "Replica". Taguchi considera dos tipos de error aleatorio con lecturas múltiples:

*Error Primario (e1):* Error que existe entre las diferentes condiciones de experimentación, aparte del efecto de los factores en sí. Es decir lo que hace diferentes a las lecturas bajo diferentes condiciones de experimentación.

*Error Secundario (e2):* Aquel que hace diferentes las lecturas tomadas bajo una misma condición experimental. Cuando se toma una lectura no es posible evaluar el error secundario.

*Hasta aquí el ejemplo 2.*

### 6.3.6.8 Métodos de Superficies de Respuesta (RSM)

Según Gutiérrez (2013) los diseños de experimentos factoriales y fraccionales, sirven para hacer una selección de factores más relevantes que afectan el desempeño del proceso. El paso siguiente es la optimización del proceso, o la búsqueda de las condiciones de operación para las variables del proceso que lo optimicen.

La técnica de superficies de respuesta (RSM) se ha utilizado principalmente en las industrias de proceso y químicas, donde después de realizar un diseño de experimentos para identificar las variables relevantes, se hace un estudio posterior en los rangos relevantes de las variables con objeto de optimizar el proceso. Para la optimización, si las variables de control son dos o tres cuantitativas, se puede optimizar el proceso.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> IV

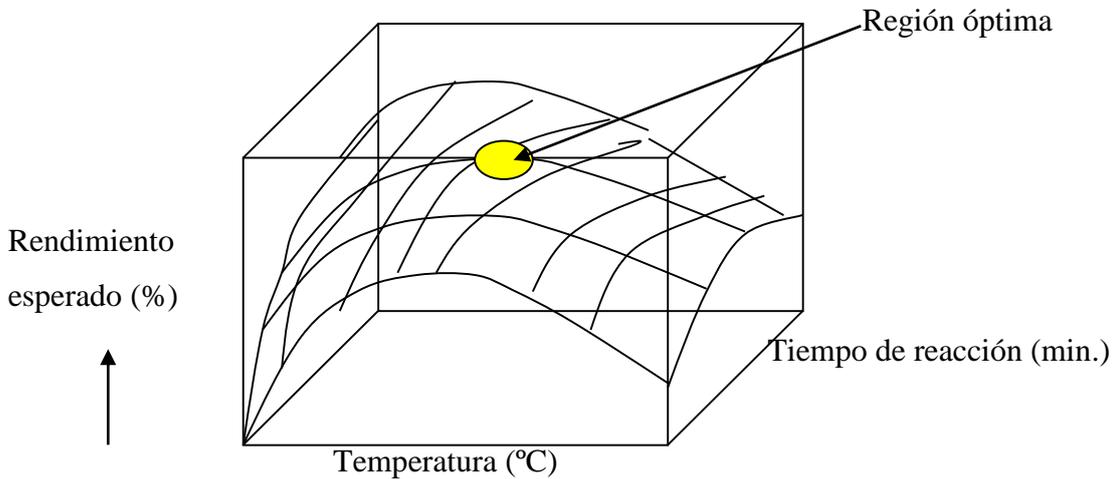
**Ejemplo:** Métodos de Superficies de Respuesta (RSM)

Supóngase que se desea obtener el máximo rendimiento en un proceso (y) que tiene como variables relevantes la temperatura de reacción (x1) y el tiempo de reacción (x2). La función de rendimiento está en función de temperatura y tiempo, o sea:

$$\eta = f(x_1, x_2)$$

**Nota:** La superficie representada por esta ecuación se denomina superficie de respuesta.

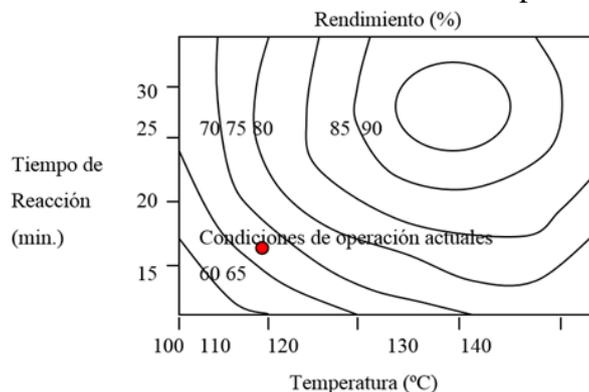
Gráfico N° 62. Superficie de respuesta tridimensional, muestra el rendimiento esperado en función de la temperatura y tiempo



**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Como sustento se visualiza la gráfica de contornos de igual rendimiento de la superficie de respuesta como se muestra en la siguiente figura.

Gráfico N° 63. Contornos del rendimiento de la superficie de respuesta



**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-IV

Si la respuesta es modelada adecuadamente por una ecuación denominada función lineal de las variables independientes, entonces la función de aproximación es el modelo de primer orden, por ejemplo:

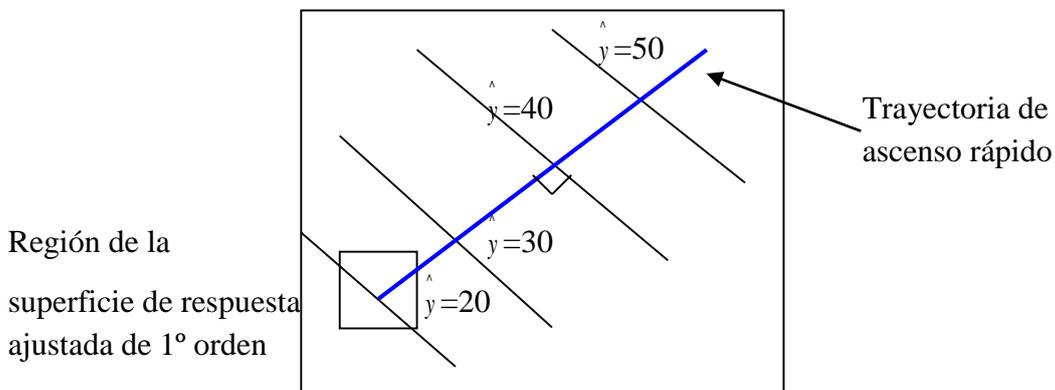
$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots \beta_k x_k + \varepsilon$$

Si hay curvatura en el sistema, entonces se requiere un polinomio de mayor orden por ejemplo, el modelo de segundo orden,

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=2}^k \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon$$

Para dicho modelo de superficie de respuesta de primer orden, los contornos de  $\hat{y}$  son una serie de líneas rectas paralelas como se muestra en la siguiente figura:

Gráfico N° 64. Superficie de respuesta de primer orden y trayectoria de ascenso rápido



**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Los experimentos se efectúan a lo largo de la trayectoria de ascenso rápido hasta que ya no se observa incremento en la respuesta o inclusive que la región de la respuesta deseada se alcanza. Entonces se emplea un nuevo modelo de primer orden, se determina la dirección de una nueva trayectoria de ascenso rápido y de ser necesario, se formalizan experimentos adicionales en esa dirección hasta que el experimentador sienta que está cerca del óptimo.

*Hasta aquí el ejemplo.*

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-IV

### 6.3.6.9 Entregables de la fase de mejora

En esta etapa los entregables serían:

Tabla N° 59. Entregables de la fase de mejora

N°.	ENTREGABLES	IDENTIFICACIONES
1	Filtrar Causas Potenciales	– Verificar las X's vitales
2	Relacionar Variables y Proponer soluciones	– Generar una función de transferencia para optimizar los cambios de las X's críticas – Proponer la solución – Refinar la solución
3	Establecer y probar las Tolerancias	– Establecer las tolerancias operativas para las X's vitales.

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

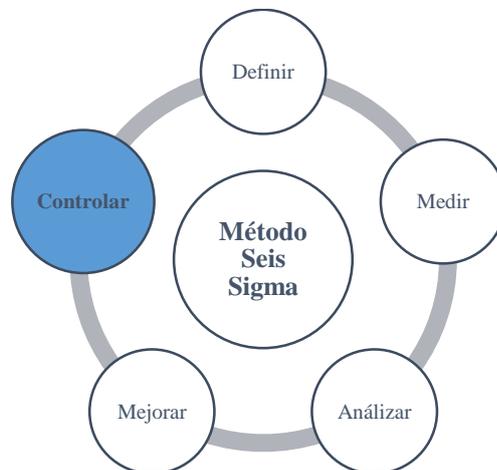
La última fase correspondiente al control, reside en diseñar y documentar los controles ineludibles para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implantado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se dé por finalizada, el equipo en conjunto informa a la dirección y se disuelve.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> V

### 6.3.7 Capítulo 5: Fase de Control

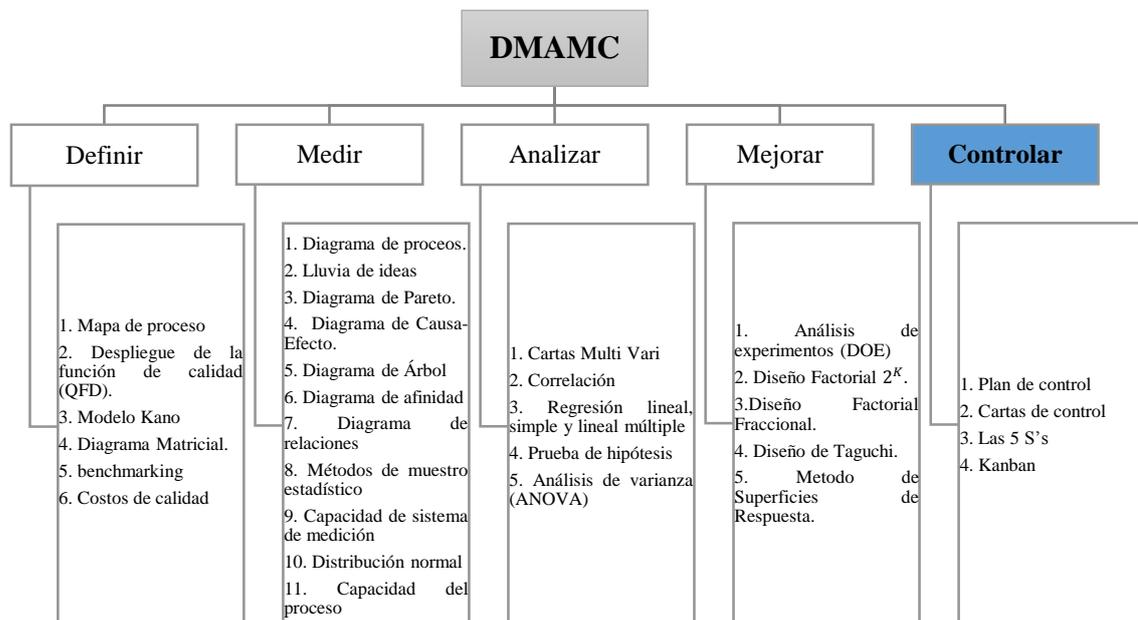
#### 6.3.7.1 Introducción

Una vez implementadas las mejoras en el proceso, el último paso es asegurar que las implementaciones se mantengan, mejoren continuamente y estén siendo actualizadas a través del tiempo, nuestras salidas serán: plan de control y métodos de control implementado, capacitación en los nuevos métodos, documentación completa y comunicación de resultados, lecciones aprendidas y recomendaciones.



Las Herramientas a utilizar pueden ser:

Gráfico N° 65. Herramientas en la Fase de Control



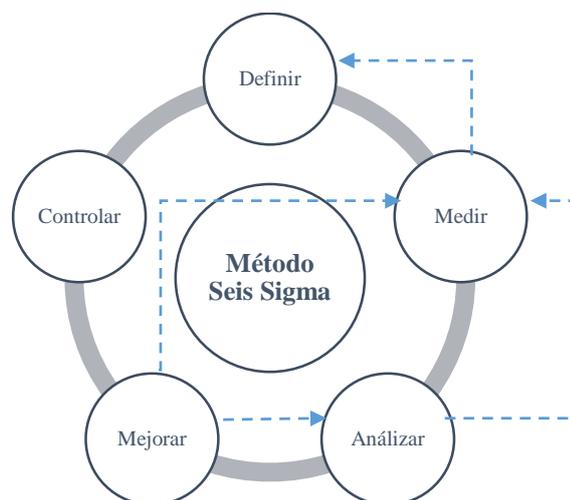
	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP-V</b>	

Los objetivos de esta fase son:

- a). Mantener mejoras por medio de un control estadístico de procesos, Poka Yokes y trabajo estandarizado
- b). Pronosticar mejoras futuras y preservar las lecciones aprendidas de este esfuerzo
- c). Usar herramientas de control.
- d). Verificar que las implementaciones continúen y estén bajo control.
- e). Equilibrar las actividades o procesos que están fuera de control para corregirlos inmediatamente.
- f). Implementar mejoras consistentemente para tener un adecuado control.

Los proyectos Six-Sigma en la práctica diaria se actualizan constantemente. En la siguiente gráfica observamos que la metodología es cíclica, de igual forma se puede regresar de una fase a otra, en caso de no haber obtenido la información necesaria, pero lo que no está permitido es saltar fases.

Gráfico N° 66. Metodología cíclica



Elaborado Por: Muyulema (2017)

### 6.3.7.2 Etapas de la fase de control

Las etapas de la fase de control son las siguientes:

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01   CAP-V

### A. Validar el sistema de medición.

En la fase de medición se valida el sistema de medición para las Y's, en este punto se utiliza la misma metodología, con la diferencia de que ahora mediremos las X's del proceso, el plan será validado para las X's.

### B. Determinar la capacidad del proceso.

La capacidad del proceso solo tiene sentido cuando el proceso está bajo control.

Tabla N° 60. Control de Proceso y Capacidad del Proceso

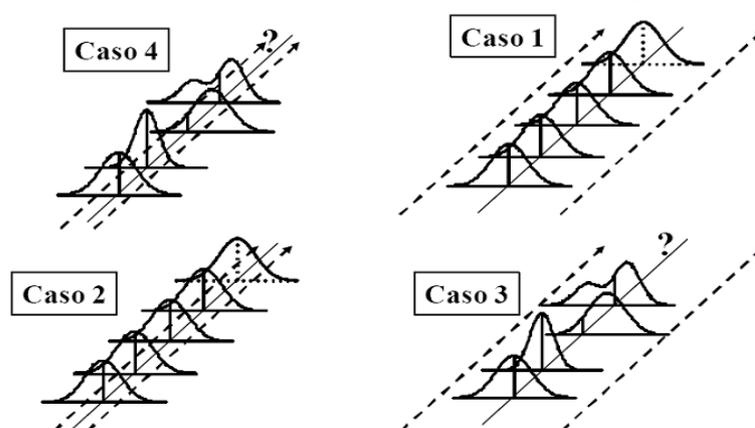
	Bajo Control		Sin Control	
Cumple requerimientos	Caso 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Proceso ideal</li> <li>– Bajo control estadístico cumple con los requerimientos del cliente.</li> </ul>	Caso 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cumple con los requerimientos pero se deben reducir las causas especiales de variación.</li> </ul>
No cumple requerimientos	Caso 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bajo control.</li> <li>– Tiene excesivas causas comunes de variación que deben ser reducidas.</li> </ul>	Caso 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sin control y no aceptable.</li> <li>– Se deben reducir ambas causas de variación, comunes y especiales.</li> </ul>

**Fuente:** Díaz y Martín (2004)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Identificación de los casos:

Gráfico N° 67. Diferentes casos de control de proceso



**Fuente:** (Gutiérrez, 2013)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-V

### C. Implementar el sistema de control

Según Sánchez y Alvarado (2011) los procesos tienden a degradarse en el transcurso del tiempo, por lo que es de gran importancia la implementación de un plan de control para cada X's, hacia establecer el pan es necesario tener procesos y procedimientos documentados y capacitar al personal que llevará a cabo esta actividad.

Una vez implementadas las mejoras se regresa a calcular los niveles sigma del proceso, para saber en qué nivel se encuentra actualmente. (Ver Fase de Medición)

Un plan de control es:

- a). Un resumen de todas las actividades de control para el proceso.
- b). Un método para identificar deficiencias en el sistema de control.
- c). Un inventario de las actividades de control para implantar.
- d). Una entrada al AMEF (Procesos maduros).
- e). Una salida para el AMEF (procesos nuevos).

El plan de control debe ser desarrollado por un equipo multidisciplinario, utilizando la información disponible, tal como:

- a). Diagrama de Flujo de Proceso
- b). AMEF de Diseño, AMEF de Proceso
- c). Características especiales
- d). Lecciones aprendidas de partes similares
- e). Conocimiento del proceso
- f). Revisiones de diseño
- g). Métodos de optimización (QFD, DOE...)

El plan de control es una descripción escrita y resumida de los sistemas usados para minimizar la variación del producto y el proceso en cada etapa del mismo y que contiene las inspecciones de recibo, las áreas de material en proceso y material en salida. Suministra una descripción escrita sumaria de los sistemas utilizados para minimizar la variación en el proceso y en el producto.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> V

Tabla N° 61. Intención y propósito de los planes de control del proceso

Intención del proceso de control	El propósito del plan de control
– Correr el proceso en el objetivo	– Institucionalizar las mejoras del proceso
– Minimizar la variación sobre el objetivo	– Destacar áreas que requieren educación extra
– Minimizar los ajustes requeridos y el sobre-control	– Proveer procedimientos de un sólo paso para el control de la información
– Siempre conocer los requerimientos del cliente	

**Fuente:** Gutiérrez (2013)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Tabla N° 62. Consideraciones para el desarrollo de un plan de control del proceso

Entradas para el plan de control	Identificación del proceso	Especificaciones y Medición	Tamaño, Frecuencia y Responsabilidad	Acción y Documentación
– Mapa de proceso final	– Mantener coherencia en nombres con el mapa de proceso, AMEF, etc.	– Límites de Especificación / requerimientos	– Seleccionar el tamaño de muestra sobre la base del sistema de medición y capacidad del proceso	– Dónde se registra.
– AMEF	– Identificar pasos críticos del proceso.	– Listar el objetivo y las tolerancias para cada entrada y salida crítica	– Frecuencia de la muestra	– Dónde residen los datos, bases de datos, gráficas, ambas.
– Documentación del proceso	– Identificar lo que está controlado	– Método de medición	– Seleccionar la frecuencia basada en el sistema de medición, capacidad del proceso y requerimientos de la operación	– Regla de decisión /
– Requerimientos del cliente	– Identificar nombre de la entrada o la salida.	– Especificar qué proceso o máquina hace la medición.	– ¿Quién / qué hace la medición?	– Acción correctiva
– Estudios de capacidad	– Especificar entrada y salida.	– Método de Control que se utiliza.	– Responsable de asegurar que los datos se tomen y que sean correctos.	– Acción cuando el proceso está fuera de control.
– Mantenimiento de procedimientos	– Inicialmente, el plan debe tener más controles en las salidas que en las entradas.			
– Materiales de entrenamiento	– Las metas son para el control de la entrada, no el monitoreo de la salida.			
– Guías de solución de problemas				
– Calendarios de Calibración				
– Ventanas de operación				
– Planes de acción fuera de control				

**Fuente:** Gutiérrez (2013)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)



	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-V

### 6.3.7.3 Cartas de Control

Según Gutiérrez (2013) las cartas de control son herramientas poderosas para monitorear y analizar la variación en la mayoría de los procesos, enfocan la atención hacia las causas especiales de variación cuando estas surgen y reflejan la magnitud de la variación debida a las causas comunes, manteniendo las soluciones.

Las causas comunes o aleatorias corresponden a la variación natural del proceso. Las causas especiales o asignables son por ejemplo: un mal ajuste de máquina, errores del operador, defectos en materias primas. Cuando concurren causas especiales el proceso está fuera de control estadístico; las cartas de control muestran la existencia de estas causas en el momento en que se dan, lo cual permite poder tomar acciones al momento.

**Nota:** Un proceso está bajo Control Estadístico cuando presenta causas comunes únicamente, con un proceso estable y predecible.

#### *Cartas de control por variables y por atributos*

Tabla N° 64. Cartas de control por variables y por atributos

	Cartas de Control por <b>VARIABLES</b>	Cartas de control por <b>ATRIBUTOS</b>
<b>Ventajas significativas</b>	<p>Conducen a un mejor procedimiento de control.</p> <p>Proporcionan una utilización máxima de la información disponible de datos.</p>	<p>Son potencialmente aplicables a cualquier proceso</p> <p>Los datos están a menudo disponibles.</p> <p>Son rápidos y simples de obtener.</p> <p>Son fáciles de interpretar.</p> <p>Son frecuentemente usados en los informes a la Gerencia.</p> <p>Más económicas</p>
<b>Desventajas significativas</b>	<p>No se entienden a menos que se de capacitación; puede causar confusión entre los límites de especificación y los límites de tolerancia.</p>	<p>No proporciona información detallada del control de características individuales.</p>

**Fuente:** Gutiérrez (2013)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	VERSION:01	CAP-V

En control de calidad mediante el término variable se distingue a cualquier característica de calidad “medible” tal como una longitud, peso, temperatura, etc. Mientras que se designa atributo a las características de calidad que no son medibles y que presentan diferentes cambios tales como conforme y disconforme o defectuoso y no defectuoso.

Según sea el paradigma de la característica de calidad a controlar así será la carta de control correspondiente, por tanto, se clasifican en Cartas de Control por Variables y Cartas de Control por Atributos.

### *Campos de aplicación de las cartas control por variables y por atributos*

Tabla N° 65. Campos de aplicación de las Cartas de control

<b>Tipo</b>	<b>Carta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Campo de aplicación.</b>
<b>Variables</b>	$\bar{X} - R$	Medias y Rangos	Control de características individuales.
	$\bar{X} - S$	Medias y desviación estándar.	Control de características individuales.
	I-MR	Individuales	Control de un proceso con datos variables que no pueden ser muestreados en lotes o grupos.
<b>Atributos</b>	P	Proporciones o fracción defectiva	Control de la fracción global de defectuosos de un proceso.
	NP	Número de defectuosos	Control del número de piezas defectuosas
	C	Defectos por unidad	Control de número global de defectos por unidad
	U	Promedio de defectos por unidad	Control del promedio de defectos por unidad.

**Fuente:** Gutiérrez (2013)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

### **A. Elaboración de Cartas de control $\bar{X} - R$ (variables)**

**Paso 1:** Colectar los datos.

Los datos son la consecuencia de la medición de las características del producto, los cuales deben de ser asentados y agrupados de la siguiente manera:

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>FECHA:</b> 10-10-2017
			<b>VERSION:</b> 01    CAP-V

- Se toma una muestra (subgrupo) de 2 a 10 unidades consecutivas y se anotan los resultados de la medición (se recomienda tomar 5). Del mismo modo pueden ser tomadas en intervalos de tiempo de ½ - 2 horas, para detectar si el proceso puede mostrar inconsistencia en breves periodos de tiempo.
- Se ejecutan las muestras de 20 a 25 subgrupos.

**Paso 2:** Calcular el promedio  $\bar{X}$  y  $R$  para cada subgrupo

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_N}{N} \qquad R = X_{mayor} - X_{menor}$$

**Paso 3:** Calcule el rango promedio ( $\bar{R}$ ) y el promedio del proceso ( $\bar{\bar{X}}$ ).

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_K}{K} \qquad \bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_K}{K}$$

Donde K es el número de subgrupos,  $R_1, R_2,$  corresponden al rango de cada subgrupo;  $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots$  son el promedio de cada subgrupo.

**Paso 4:** Calcule los límites de control

Los límites de control son calculados para determinar la variación de cada subgrupo, están basados en el tamaño de los subgrupos y se calculan de la siguiente forma:

$$LSC_R = D_4 \bar{R} \qquad LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R} \qquad LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

Donde  $D_4, D_3, A_2$  son constantes que varían según el tamaño de muestra. A continuación se presentan los valores de dichas constantes para tamaños de muestra de 2 a 10.

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>D<sub>4</sub></b>	3.27	2.57	2.28	2.11	2.00	1.92	1.86	1.82	1.78
<b>D<sub>3</sub></b>	0	0	0	0	0	0.08	0.14	0.18	0.22
<b>A<sub>2</sub></b>	1.88	1.02	0.73	0.58	0.48	0.42	0.37	0.34	0.31

Fuente: Gutiérrez (2013)

Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	VERSION:01	CAP-V

**Paso 5:** Seleccione la escala para las gráficas de control

Para la gráfica  $\bar{X}$  la amplitud de valores en la escala debe de ser al menos del tamaño de los límites de tolerancia especificados o dos veces el rango ( $R$ ).

Para la gráfica R la amplitud debe extenderse desde un valor cero hasta un valor superior equivalente a  $1\frac{1}{2}$  - 2 veces el rango.

**Paso 6:** Trace la carta de control

Dibuje las líneas de promedios y límites de control en las gráficas. Considerando que los límites de Control se dibujan con una línea discontinua y los promedios con una línea continua para ambas cartas. Finalmente marcar los puntos en ambas gráficas y unirlos para visualizar de mejor manera el comportamiento del proceso.

**Paso 7:** Analice la gráfica de control

**Ejemplo:** Carta de control  $\bar{X} - R$ .

Se toman las medidas del peso corporal promedio (kg) en pollos de carne, criados en una granja avícola del cantón Pallatanga, provincia de Chimborazo, de sexo hembra a la edad de 21 días. El tamaño de muestra de cada subgrupo es de cinco, y se toman 25 subgrupos a intervalos de 1 hora.

Realice la carta de control  $\bar{X} - R$ .

Muestra/ Subgrupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.65	0.75	0.75	0.60	0.70	0.60	0.15	0.60	0.65	0.60	0.80	0.85	0.70
2	0.70	0.85	0.80	0.70	0.75	0.75	0.80	0.70	0.80	0.70	0.75	0.75	0.70
3	0.65	0.75	0.80	0.70	0.65	0.75	0.65	0.80	0.85	0.60	0.90	0.85	0.75
4	0.65	0.85	0.70	0.75	0.85	0.85	0.75	0.75	0.85	0.80	0.50	0.65	0.75
5	0.85	0.65	0.75	0.65	0.80	0.70	0.70	0.75	0.75	0.65	0.80	0.70	0.70
Muestra/ Subgrupo	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	0.65	0.90	0.75	0.75	0.75	0.65	0.60	0.50	0.60	0.80	0.65	0.65	
2	0.70	0.80	0.80	0.70	0.70	0.65	0.60	0.55	0.80	0.65	0.60	0.70	
3	0.85	0.80	0.75	0.85	0.60	0.85	0.65	0.65	0.65	0.75	0.65	0.70	
4	0.75	0.75	0.80	0.70	0.70	0.65	0.60	0.80	0.65	0.65	0.60	0.60	
5	0.60	0.85	0.65	0.80	0.60	0.70	0.65	0.80	0.75	0.65	0.70	0.65	

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP:</b> V

Calcular el rango y el promedio para cada subgrupo obtenemos:

Muestra/ Subgrupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.65	0.75	0.75	0.60	0.70	0.60	0.15	0.60	0.65	0.60	0.80	0.85	0.70
2	0.70	0.85	0.80	0.70	0.75	0.75	0.80	0.70	0.80	0.70	0.75	0.75	0.70
3	0.65	0.75	0.80	0.70	0.65	0.75	0.65	0.80	0.85	0.60	0.90	0.85	0.75
4	0.65	0.85	0.70	0.75	0.85	0.85	0.75	0.75	0.85	0.80	0.50	0.65	0.75
5	0.85	0.65	0.75	0.65	0.80	0.70	0.70	0.75	0.75	0.65	0.80	0.70	0.70
<b>Promedio</b>	0.70	0.77	0.76	0.68	0.75	0.73	0.61	0.72	0.78	0.67	0.75	0.76	0.72
<b>Rango</b>	0.20	0.20	0.10	0.15	0.20	0.25	0.65	0.20	0.20	0.20	0.40	0.20	0.05

Muestra/ Subgrupo	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0.65	0.90	0.75	0.75	0.75	0.65	0.60	0.50	0.60	0.80	0.65	0.65
2	0.70	0.80	0.80	0.70	0.70	0.65	0.60	0.55	0.80	0.65	0.60	0.70
3	0.85	0.80	0.75	0.85	0.60	0.85	0.65	0.65	0.65	0.75	0.65	0.70
4	0.75	0.75	0.80	0.70	0.70	0.65	0.60	0.80	0.65	0.65	0.60	0.60
5	0.60	0.85	0.65	0.80	0.60	0.70	0.65	0.80	0.75	0.65	0.70	0.65
<b>Promedio</b>	0.71	0.82	0.75	0.76	0.67	0.70	0.62	0.66	0.69	0.70	0.64	0.66
<b>Rango</b>	0.25	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.05	0.30	0.20	0.15	0.10	0.10

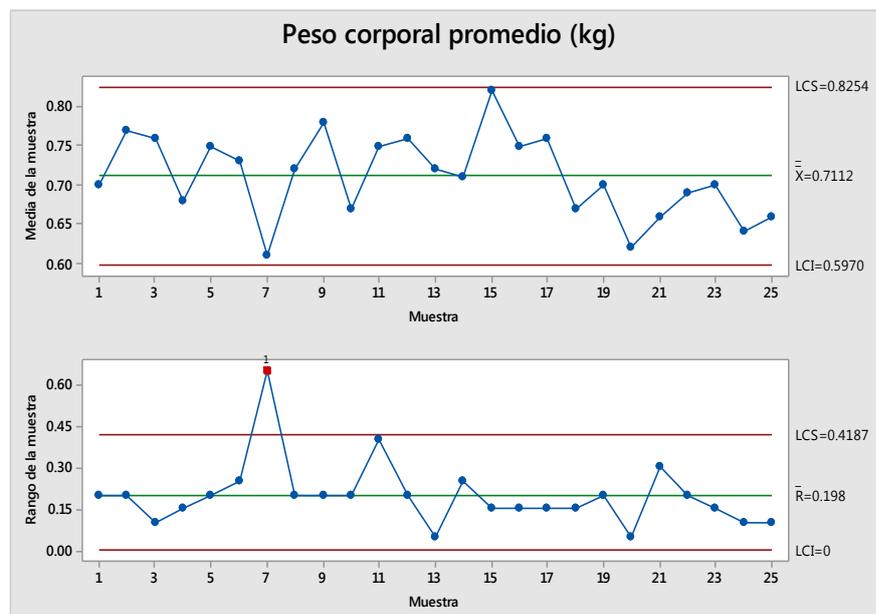
$$\bar{R} = 0.198$$

$$\bar{X} = 0.71$$

$$LSC_R = D_4 \bar{R} = 2.11 * 0.198 = 0.41 \quad LSC_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 \bar{R} = 0.71 + (0.58) (0.198) = 0.82$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R} = 0 \quad LIC_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 \bar{R} = 0.71 - (0.58) (0.198) = 0.59$$

Gráfico N° 68. Carta de control  $\bar{X} - R$ .



Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> V

Análisis: La carta de control R evidencia un punto fuera de los límites de determinaciones, por lo cual el proceso se encuentra fuera de control, en este proceso es necesario investigar las causas y tomar las acciones correctivas para eliminar el problema. En la siguiente parte se exponen los criterios para determinar las situaciones en las cuales un proceso puede estar fuera de control.

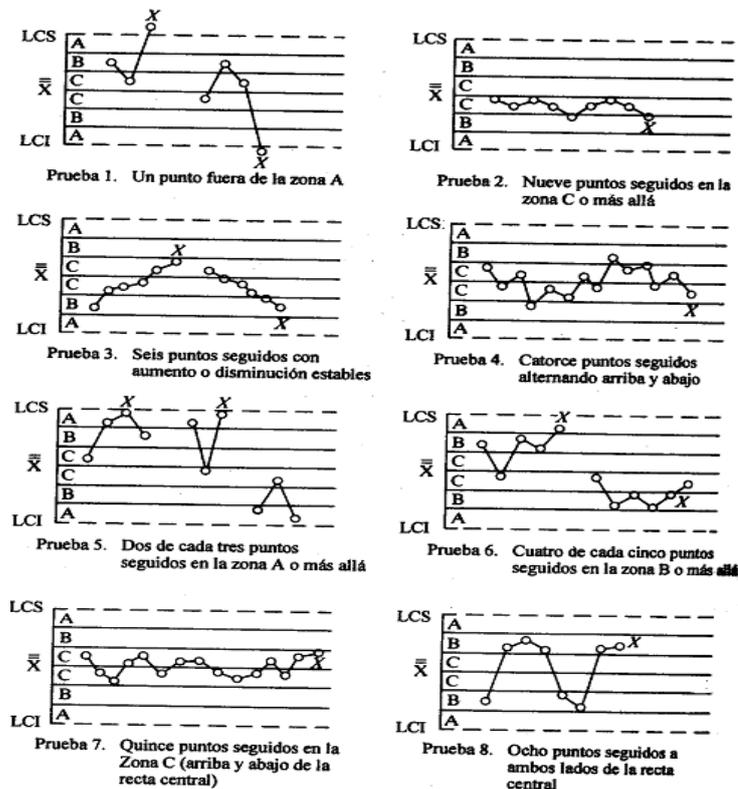
*Hasta aquí el ejemplo.*

*Interpretación del control del proceso.*

El objeto de analizar una gráfica de control es identificar cuál es la variación del proceso, las causas comunes y causas especiales de dicha variación y en función de esto tomar alguna acción apropiada cuando se requiera.

A continuación se expone un conjunto de reglas de decisión para detectar patrones no aleatorios en las cartas de control. Para tomar alguna acción para corregir el problema ya que el proceso puede estar fuera de control.

Gráfico N° 69. Patrones fuera de control



Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-V

## B. Gráficos de control $\bar{X} - S$ (variables)

Según Gutiérrez (2013) el procedimiento hacia realizar las cartas de control  $\bar{X} - S$  es conforme al de las cartas  $\bar{X} - R$ , la diferencia reside en que el tamaño de la muestra puede variar y es considerablemente más sensible para detectar cambios en la media o en la variabilidad del proceso. El tamaño de muestra (n) es mayor a (9). La carta de control  $\bar{X}$  monitorea el promedio del proceso para vigilar tendencias, mientras que la carta de control S monitorea la variación en forma de desviación estándar.

### Terminología

k = número de subgrupos

n = número de muestras en cada subgrupo

$\bar{X}$  = promedio para un subgrupo

$\bar{\bar{X}}$  = promedio de todos los promedios de los subgrupos

$\bar{S}$  = Desviación estándar de un subgrupo

$\bar{\bar{S}}$  = Desviación estándar, promedio de todos los subgrupos

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_N}{N}$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_K}{K}$$

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{\bar{S}}$$

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{\bar{S}}$$

$$LSC_{\bar{S}} = B_4 \bar{\bar{S}}$$

$$LIC_{\bar{S}} = B_3 \bar{\bar{S}}$$

### **Ejemplo:** Gráficos de control $\bar{X} - S$ (variables)

Se registra el peso corporal (kg) de pollos a los 42 días, diariamente durante dos semanas. Realizar la gráfica de control  $\bar{X} - S$ , para comprobar si el proceso de crianza se mantiene estable dentro de la granja avícola.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP:</b> V

Día	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	$\bar{X}$	S
1	3.009	3.160	3.250	3.256	2.999	5.22	0.13
2	3.060	3.055	3.130	3.160	3.060	3.09	0.05
3	3.055	3.256	3.055	3.260	3.160	3.95	0.10
4	3.256	3.100	3.256	3.006	3.055	5.22	0.12
5	3.260	3.123	3.260	3.055	3.259	3.19	0.10
6	3.060	2.998	3.160	3.256	2.995	5.16	0.11
7	3.055	3.060	3.055	3.209	3.256	5.21	0.10
8	3.256	3.155	3.256	3.269	3.260	4.05	0.05
9	3.055	3.206	3.150	3.230	3.242	3.18	0.08
10	3.123	3.260	3.128	3.256	3.116	5.29	0.07
						4.36	0.09

$$\bar{\bar{X}} = 4.36 \quad \bar{S} = 0.09$$

Se calculan los límites de control para cada subgrupo, ya que al tener tamaños de muestra diferentes estos son variables.

**Gráfico  $\bar{X} - S$**  con límites constantes: Para la realización de los diagramas de control con límites constantes utilizamos las fórmulas siguientes:

Los parámetros para el gráfico  $\bar{X}$  son:

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S}$$

Gráfico N° 70.

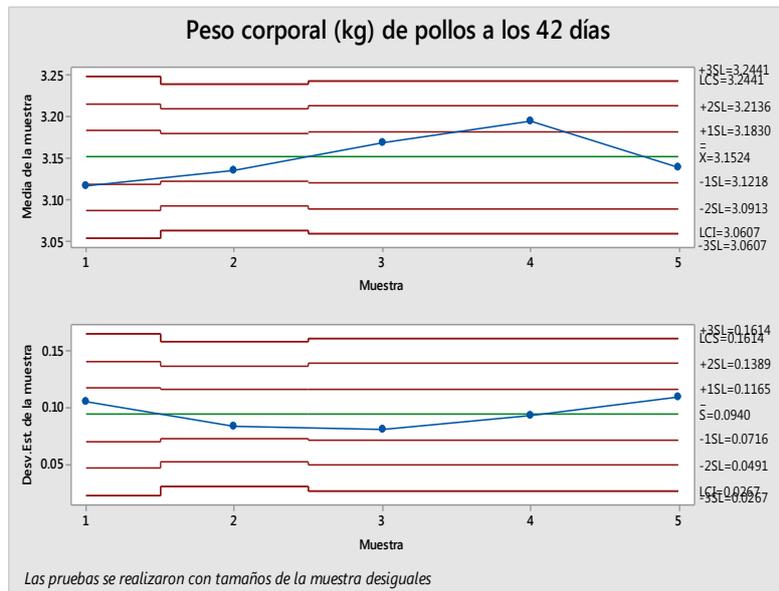
Gráfico  $\bar{X} - S$

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S}$$

Y para el gráfico  $\bar{S}$  :

$$LIC_{\bar{S}} = B_4 \bar{S}$$

$$LSC_{\bar{S}} = B_3 \bar{S}$$



Elaborado Por: Muyulema (2017)

*Interpretación del proceso:* La grafico de control  $\bar{X} - S$  indica que el proceso se encuentra dentro de control estadístico, y a su vez es estable, sin riesgo de salir de especificaciones dentro de la granja. *Hasta aquí el ejemplo.*

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-V

### C. Carta de control de lecturas Individuales I-MR (Datos variables).

Para Gutiérrez (2013) a menudo esta carta se llama “I” o “Xi”, esta carta monitorea la tendencia de un proceso con datos variables que no pueden ser muestreados en lotes o grupos, Este es el caso cuando la capacidad de corto plazo se basa en subgrupos racionales de una unidad. Este tipo de gráfica es utilizada cuando las mediciones son muy costosas, o cuando la característica a medir en cualquier punto en el tiempo es relativamente homogénea (Ej. el PH de una solución química)

La línea central se basa en el promedio de los datos, y los límites de control se basan en la desviación estándar (+/- 3 sigmas)

#### Terminología

k = número de piezas

n = 2 para calcular los rangos

$\bar{X}$  = promedio de los datos

R = rango de un subgrupo de dos unidades consecutivas

$\bar{R}$  = promedio de los (n - 1) rangos

$$LSC_X = \bar{X} + E_2 \bar{R}$$

$$LIC_X = \bar{X} - E_2 \bar{R}$$

$$LSC_R = D_4 \bar{R}$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R}$$

En el cual  $D_4$ ,  $D_3$ ,  $E_2$  son constantes que varían según el tamaño de muestra usado para agrupar los rangos móviles como se muestra en la tabla siguiente:

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$D_4$	3.27	2.57	2.28	2.11	2.00	1.92	1.86	1.82	1.78
$D_3$	0	0	0	0	0	0.08	0.14	0.18	0.22
$E_2$	2.66	1.77	1.46	1.29	1.18	1.11	1.05	1.01	0.98

\* Generalmente se utiliza n = 2

**Fuente:** Gutiérrez (2013)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO: SSIMB-17-01</b>	
		<b>FECHA: 10-10-2017</b>	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:01</b>	<b>CAP-V</b>

**Ejemplo:** Carta de control de lecturas Individuales I-MR (Datos variables).

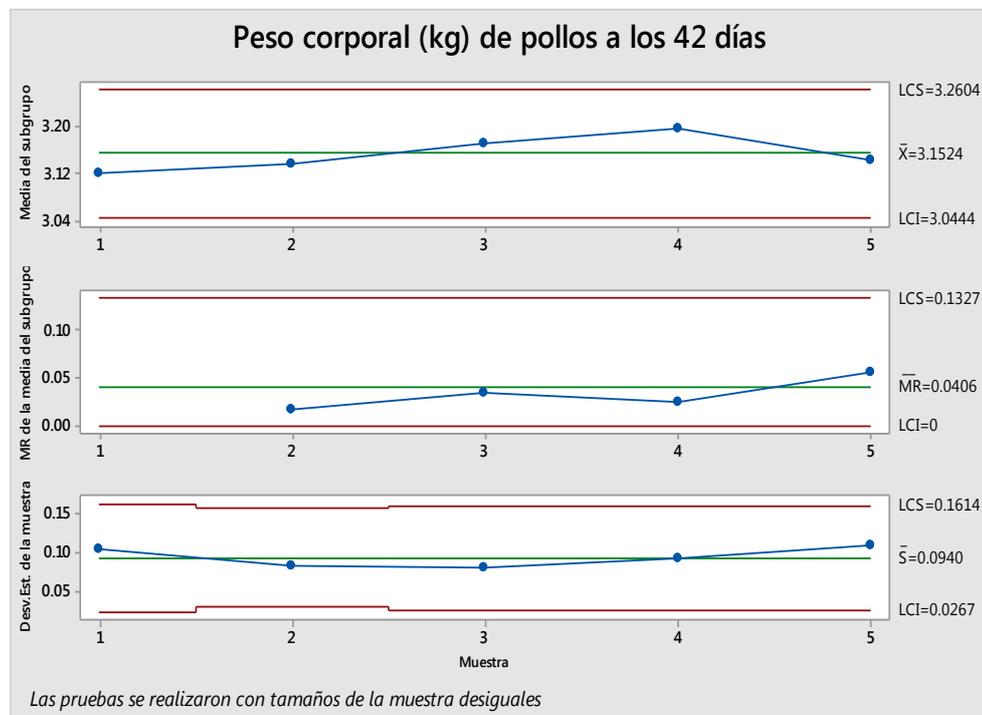
Del mismo ejercicio anterior donde se registra el peso corporal (kg) de pollos a los 42 días, diariamente durante dos semanas. Realizar la gráfica de control de lecturas individuales I-MR (Datos variables), para comprobar si el proceso de crianza se mantiene estable dentro de la granja avícola.

Calcula el rango móvil de la siguiente manera: diferencia entre 1ª y 2ª lectura, 2ª y 3ª y así hasta n-1.

SUBGRUPO	PESO (Kg)	RANGO	SUBGRUPO	PESO (Kg)	RANGO
1	3.009	0.051	4	3.256	0.096
1	3.060	0.005	4	3.160	0.100
1	3.055	0.201	4	3.260	0.254
1	3.256	0.004	4	3.006	0.049
1	3.260	0.200	4	3.055	0.201
1	3.060	0.005	4	3.256	0.047
1	3.055	0.201	4	3.209	0.060
1	3.256	0.201	4	3.269	0.039
1	3.055	0.068	4	3.230	0.026
2	3.123	0.037	4	3.256	0.257
2	3.160	0.105	5	2.999	0.061
2	3.055	0.201	5	3.060	0.100
2	3.256	0.156	5	3.160	0.105
2	3.100	0.023	5	3.055	0.204
2	3.123	0.125	5	3.259	0.264
2	2.998	0.062	5	2.995	0.261
2	3.060	0.095	5	3.256	0.004
2	3.155	0.051	5	3.260	0.018
2	3.206	0.054	5	3.242	0.126
2	3.260	0.010	5	3.116	
3	3.250	0.120		<b>3.152</b>	<b>0.104</b>
3	3.130	0.075		$\bar{X} = 3.151$	
3	3.055	0.201		$\bar{R} = 0.104$	
3	3.256	0.004		$LSC_x = \bar{X} + E_2\bar{R} = 3.151 + (2.66)(0.104) = 3.4276$	
3	3.260	0.100			
3	3.160	0.105		$LIC_x = \bar{X} - E_2\bar{R} = 3.152 - (2.66)(0.104) =$	
3	3.055	0.201		2.8753	
3	3.256	0.106			
3	3.150	0.022		$LSC_R = D_4\bar{R} = 3.27(0.104) = 0.3356$	
3	3.128	0.128			
				$LIC_R = D_3\bar{R} = 0$	

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> V

Gráfico N° 71. Carta de control de lecturas Individuales I-MR



**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

*Interpretación del proceso:* Al Revisar la gráfica de rangos no se evidencia puntos fuera de los límites de control como signo de la existencia de causas especiales. La dispersión de puntos dentro de los límites de control están estables, revelando un proceso adecuado.

*Hasta aquí el ejemplo.*

### **Gráficas de control por atributos**

Gutiérrez (2013) indica que son cualquier particularidad de calidad que alcance ser clasificada de forma binaria: “cumple o no cumple”, “funciona o no funciona”, “pasa o no pasa”, etc., a los efectos de control del proceso, será calificado como un atributo y para su control se utilizará un gráfico de control por atributos.

Los juicios de aceptación al utilizar gráficas de control por atributos conviene estar claramente definidos y el procedimiento para disponer si esos criterios se están alcanzando resultados consistentes a través del tiempo. Este procedimiento reside en definir operacionalmente lo que se desea medir. Una definición operacional consiste en: un criterio que se aplica a un objeto o a un grupo, una prueba del objeto o del grupo, y una decisión, sí o no, considerando que el objeto o el grupo alcanza o no el criterio.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-V

#### D. Gráfica P para fracción de Unidades Defectuosas (atributos)

Según Gutiérrez (2013) la gráfica p mide la fracción defectuosa o sea las piezas o unidades defectuosas en el proceso. Es transcendental que cada componente o producto verificado se registre como aceptable o defectuoso (no obstante una pieza tenga varios defectos específicos se registrará sólo una vez como defectuosa).

*Pasos para la elaboración de la gráfica P:*

**Paso 1:** Frecuencia y tamaño de la muestra:

Establecer la frecuencia con la cual los datos estarán tomados (horaria, diaria, semanal). Los intervalos cortos entre tomas de muestras admitirán una rápida retroalimentación al proceso ante la presencia de problemas. Los tamaños de muestra grandes reconocen estimaciones más estables del desarrollo del proceso y son más sensibles a pequeños cambios en el promedio del mismo. Se sugiere tomar tamaños de muestra iguales aunque no obligatoriamente se tiene que dar esta situación, el tamaño de muestra debería de ser mayor a 30, y el tamaño de los subgrupos concurrirá de 25 o más.

**Paso 2:** Calculo del porcentaje defectuoso (p) del subgrupo:

Registrar la siguiente información para cada subgrupo:

- El número de partes inspeccionadas = n
- El número de partes defectuosas = np
- Calcule la fracción defectuosa (p) mediante:  $p = \frac{np}{n}$

**Paso 3:** Calcular el porcentaje defectuoso promedio y límites de control

El porcentaje defectuoso promedio para los k subgrupos se calcula con la siguiente fórmula matemática:

$$\bar{p} = \frac{np_1 + np_2 + \dots + np_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k}$$

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01    CAP-V

$$LSC_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LIC_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Donde  $\bar{n}$  es el tamaño de muestra promedio.

**Nota:** Cuando  $\bar{p}$  y/o  $\bar{n}$  es pequeño, el límite de control inferior puede resultar negativo, en estos casos el valor del límite será = 0

**Paso 4:** Trazar la gráfica y analizar los resultados.

**Ejemplo:** Gráfica P para fracción de Unidades Defectuosas (atributos)

En un proceso se produce balanceado por lotes y éstos se prueban al 100%. Se lleva un registro de la proporción de unidades defectuosas por diferentes causas.

LOTE	TAMAÑO	DEFECTUOSOS	LOTE	TAMAÑO	DEFECTUOSOS
1	200	21	14	200	21
2	200	20	15	200	25
3	200	27	16	200	29
4	200	33	17	200	20
5	200	22	18	220	28
6	200	40	19	220	18
7	180	27	20	220	24
8	180	23	21	200	13
9	180	20	22	200	23
10	200	26	23	200	12
11	200	28	24	200	19
12	200	21	25	200	26
13	200	23	<b>TOTAL</b>	<b>5000</b>	<b>589</b>

$$p = \frac{np}{n}$$

$$\bar{p} = \frac{589}{5000} = 0.118$$

$$\bar{n} = \frac{5000}{25} = 200$$

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>FECHA:</b> 10-10-2017
			<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP-V</b>

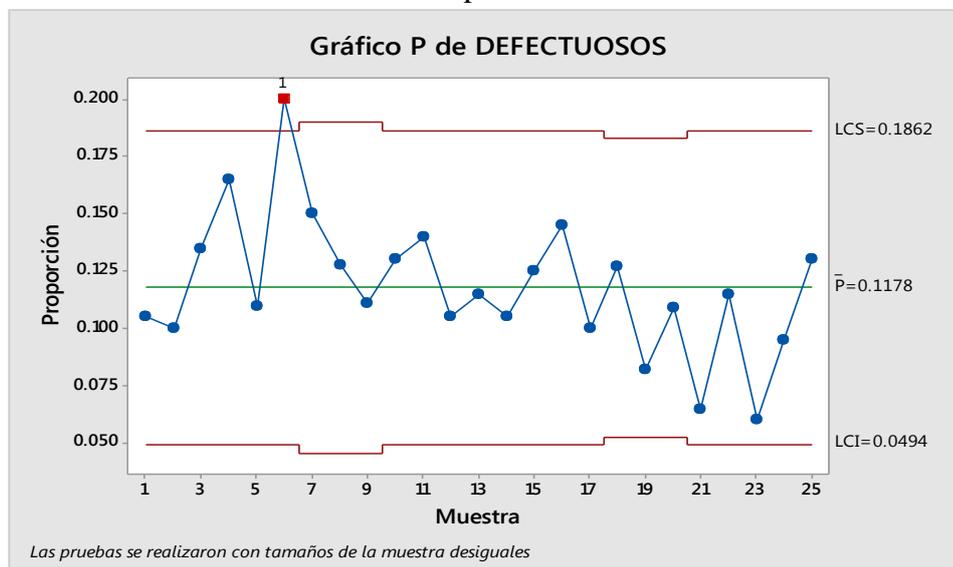
$$LSC_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.118 + 3\sqrt{\frac{0.118*(1-0.118)}{25}} = 0.186$$

$$LC = \bar{p} = 0.118$$

$$LIC_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.118 - 3\sqrt{\frac{0.118*(1-0.118)}{25}} = 0.049$$

Trazando la gráfica

Gráfico N° 72. Carta de control P para fracción de unidades defectuosas



Elaborado Por: Muyulema (2017)

*Análisis:* Considerando que la carta p depende es utilizada cuando se requiere trabajar con proporciones de artículos defectuosos por tamaño de grupo o subgrupo, conjuntamente cuando el tamaño del subgrupo es variable. Como se distingue en el gráfico el proceso no se encuentra estadísticamente en control, por lo que existe un problema o atipicidad en el punto 6. *Hasta aquí el ejemplo.*

### E. Gráfica np – Número de defectuosos

Según Gutiérrez (2013) la gráfica np es establecida en el número de defectuosos en vez de la proporción de defectuosos. Los límites son calculados por medio de las siguientes fórmulas.

$$LSC = np + 3\sqrt{np(1-p)}$$

$$LIC = np - 3\sqrt{np(1-p)}$$

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> V

**Ejemplo:** Gráfica np – Número de defectuosos

Utilizando los datos del ejemplo anterior, construya la gráfica np e interprete los resultados.

De la tabla obtenemos  $\bar{p} = 0.118$ ,  $n = 25$ .

Calculando los límites de control tenemos:

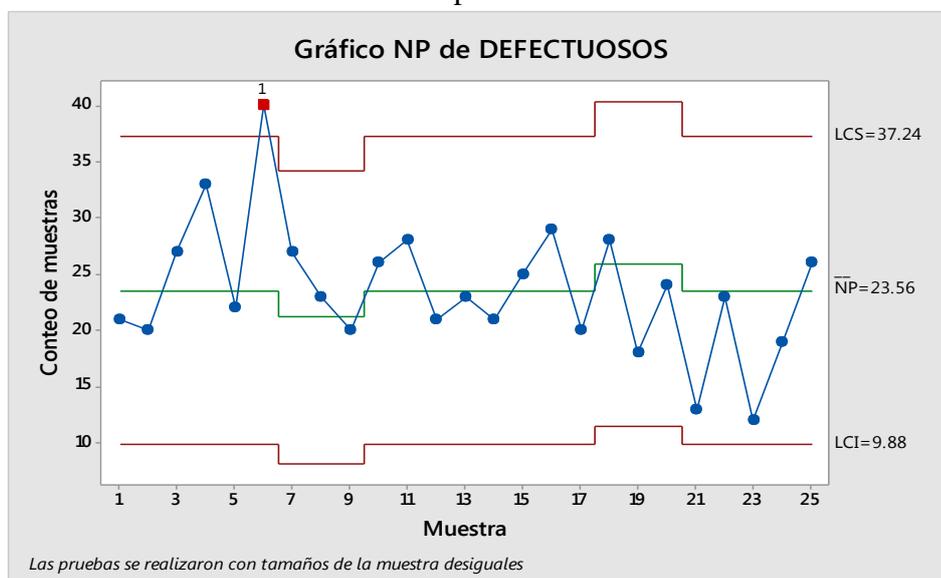
$$LSC = (25)(0.118) + 3\sqrt{(25)(0.118)(1 - 0.118)} = 37.237$$

$$LC = n\bar{p} = 23.56$$

$$LIC = (25)(0.118) - 3\sqrt{(25)(0.118)(1 - 0.118)} = 9.883$$

Trazando la gráfica

Gráfico N° 73. Carta np – número de defectuosos



**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

**Análisis:** Considerando que la carta np depende cuando se requiere trabajar con cantidades individuales de subgrupos constante (número de defectos). El grafico nos representa los límites y lotes en datos generales observando el mismo problema que en la gráfica de p que un dato sobrepasa el límite superior y se deben tomar medidas para mejorar el proceso, en estas circunstancias el proceso no se encuentra estable, el proceso no representa una buena calidad.

*Hasta aquí el ejemplo.*

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01    CAP-V

### F. Gráfico C – para número de defectos

Para Gutiérrez (2013) el gráfico C – para número de defectuosos, se utiliza para determinar la ocurrencia de defectos en la inspección de una unidad de producto. Esto es determinar cuántos defectos tiene un producto.

Los límites de control se calculan mediante las siguientes fórmulas:

$$LSC = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$LSC = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

Donde:

$\bar{c}$  = total de defectos/ número de unidades de producto.

#### Ejemplo: Gráfico C – para número de defectos

En una empresa avícola se registra el número de quejas por mal servicio. Los datos de las últimas 25 semanas se muestran enseguida (el orden es por renglón): 6 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5. Analizar si: ¿El proceso es estable?, y si ¿El nivel de calidad se puede considerar satisfactorio?

Subgrupo	Defectos C	Subgrupo	Defectos C
1	6	14	4
2	2	15	5
3	3	16	6
4	4	17	7
5	5	18	8
6	6	19	9
7	7	20	0
8	8	21	1
9	9	22	2
10	0	23	3
11	1	24	4
12	2	25	5
13	3	<b>Suma Total</b>	110

$$\bar{c} = \frac{\text{total de defectos}}{\text{Número de unidades de producto}} = \frac{110}{25} = 4.4$$

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>FECHA:</b> 10-10-2017
			<b>VERSION:</b> 01
		<b>CAP-V</b>	

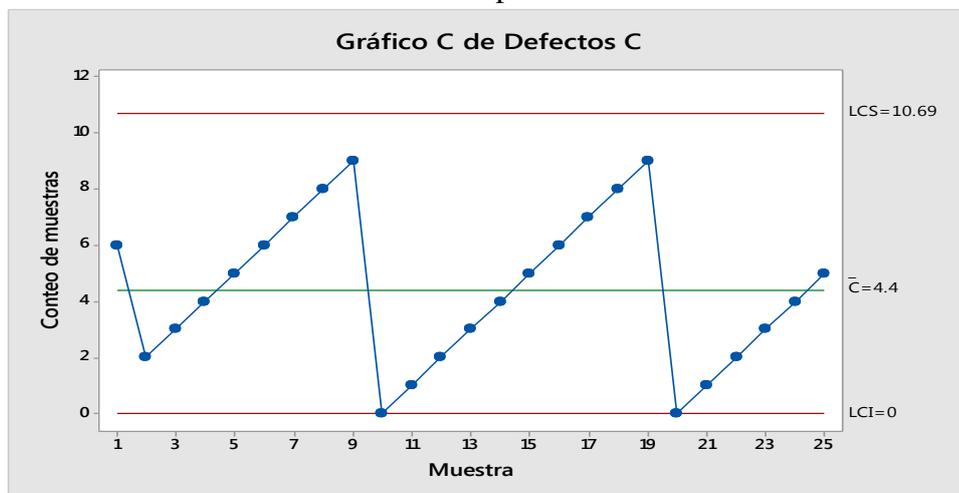
$$LSC = 4.4 + 3\sqrt{4.4} = 10.6928$$

$$LC = \bar{c} = 4.4$$

$$LIC = 4.4 - 3\sqrt{4.4} = -1.8928$$

Trazando del gráfico

Gráfico N° 74. Carta C – para número de defectos



Elaborado Por: Muyulema (2017)

*Análisis:* Las quejas presentadas dentro de la empresa avícola se distribuyen de manera uniforme, las quejas no sobrepasan los límites establecidos, el proceso se encuentra estable por que el número de quejas por el mal servicio no sobrepasan el límite superior establecido, el nivel de calidad cumple con los estándares, el mejoramiento de calidad de ningún modo termina pero el proceso actual se puede considerar como satisfactorio.

### G. Gráfico U – Defectos por Unidad

Según Gutiérrez (2013) la gráfica u se fundamenta en el promedio de defectos por unidad inspeccionada:

$$u = \frac{c}{n}$$

Donde:

c = Número de defectos

n = Cantidad de unidades inspeccionadas

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO: SSIMB-17-01</b>	
		<b>FECHA: 10-10-2017</b>	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:01</b>	<b>CAP-V</b>

Para establecer los límites de control se utiliza las fórmulas siguientes:

$$LSC = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LIC = u - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

**Ejemplo:** Gráfico U – Defectos por Unidad

Una empresa avícola desea establecer un diagrama de control del número de defectos por unidad empacado de pollo entero. El tamaño de muestra es de cinco unidades. En la tabla se muestran el número de defectos en 20 muestras de 5 unidades cada una. Establecer el diagrama de control  $u$ .

MUESTRA	TAMAÑO DE MUESTRA	NÚMERO DE DEFECTOS, C	PROMEDIO DE DEFECTOS POR UNIDAD U
1	5	10	2.00
2	5	12	2.40
3	5	8	1.60
4	5	14	2.80
5	5	10	2.00
6	5	16	3.20
7	5	11	2.20
8	5	7	1.40
9	5	10	2.00
10	5	15	3.00
11	5	9	1.80
12	5	5	1.00
13	5	7	1.40
14	5	11	2.20
15	5	12	2.40
16	5	6	1.20
17	5	8	1.60
18	5	10	2.00
19	5	7	1.40
20	5	5	1.00
<b>Total</b>		<b>193</b>	<b>38.60</b>

$$u = \frac{\sum u_i}{n} = \frac{38.60}{20} = 1.93$$

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>FECHA:</b> 10-10-2017
			<b>VERSION:</b> 01 <b>CAP-V</b>

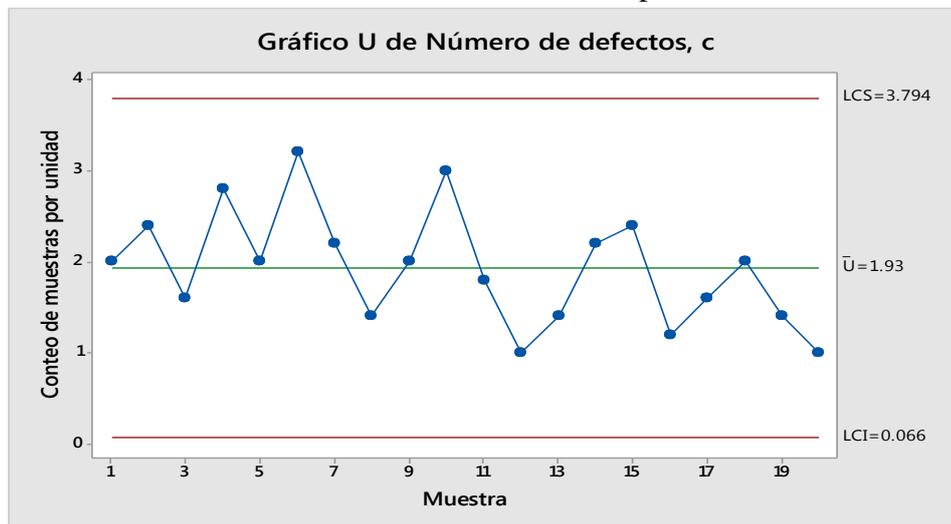
Los límites de control de la gráfica son los siguientes:

$$LSC = 1.93 + 3\sqrt{\frac{1.93}{5}} = 3.79$$

$$LIC = 1.93 - 3\sqrt{\frac{1.93}{5}} = 0.07$$

Trazando la gráfica

Gráfico N° 75. Carta U – defectos por unidad



Elaborado Por: Muyulema (2017)

*Análisis:* El proceso dentro de la empresa avícola trabaja de manera estable en el empaqueo de pollo entero, el diagrama de control u no evidencia una variación considerable del número promedio de defectos por unidad de empaque, en este sentido el nivel de calidad cumple con los estándares. *Hasta aquí el ejemplo.*

### 6.3.7.4 Las 5 S

Las 5S es una herramienta netamente de trabajo que ayuda a mantener el orden y la limpieza en los puestos de trabajo de una empresa, fabrica, taller y oficina, en donde interceden todos los miembros de la organización para crear un ambiente de trabajo atractivo, seguro y eficiente, optimizando la productividad, reduciendo costos, eliminando desperdicios y tiempos muertos (Quezada, 2013).

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01    CAP-V

Las 5S provienen de los términos japoneses que significan:

Tabla N° 66. Las 5S

N°.	TÉRMINOS	CARACTERÍSTICA
1	SEIRI (Separar innecesarios)	Consiste en separar lo que es necesario y deshacerse de lo que es innecesario.
2	SEITON (Ordenar los necesarios)	Radica en colocar ordenadamente lo que es necesario en un lugar que sea fácilmente accesible.
3	SEISO (Limpiar)	Se fundamenta en eliminar la suciedad de las máquinas, equipos, herramientas y lugares de trabajo
4	SEIKETSU (Estandarizar)	Consiste en mantener el orden y la limpieza a través de normas y estándares para todos los lugares de trabajo.
5	SHITSUKE (Disciplina)	Reside en seguir mejorando a través de un control rutinario siguiendo las normas y procedimientos establecidos.

**Fuente:** Quezada (2013)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

### Ejemplo: Las 5 S

Diseño del modelo del Sistema de Orden y Limpieza (5S) para mejorar el área de producción de la empresa avícola.

#### A. Gestión del Sistema de Orden y Limpieza (5S).

- a). Conformar el comité de orden y limpieza con miembros de la empresa
- b). Determinar funciones a los miembros del comité
- c). Establecer un plan de sensibilización hacia las 5S para capacitar al personal
- d). Diseñar el plan de acción de las 5S

Tabla N° 67. Planificación de acciones "5S"

PLANIFICACIÓN DE ACCIONES "5S"						
PROBLEMA	ACCION CORRECTIVA	No. DE "S"	RESPONSABLE	PRIORIDAD	FECHA INICIO	FECHA FIN

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-V

### B. Desarrollo de las 5S

- I. Separar innecesarios (Seiri).- En esta fase se excluye todo aquello que no sea necesario en los lugares de trabajo del área de producción y se asevera tener solo lo que verdaderamente se necesita cerca del lugar de trabajo.

Pasos a Seguir:

**Paso 1:** Para comenzar el grupo debe tener claro los siguientes conceptos:

- a). Necesarios: Son aquellos materiales y/o elementos que sin lugar a duda se requerirá próximamente.
- b). Innecesarios: Son aquellos materiales y/o elementos que no se tiene previsto utilizar en un futuro o en un plazo determinado.

Estas definiciones corresponden ser elaboradas de forma realista y práctica, y en el momento de clasificar los elementos, se debe examinar las causas de su aparición y conservar únicamente aquello que verdaderamente se necesita.

**Paso 2:** Definir en grupo criterios para separar lo necesario de lo innecesario del área de producción

Tabla N° 68. Formato de criterios para clasificar necesarios e innecesarios

<b>CRITERIOS PARA CLASIFICAR NECESARIOS E INNECESARIOS</b>		
FRECUENCIA DE USO	NECESARIO	INNECESARIO
Muchas veces al día	x	
Una vez al día	x	
Una vez por semana	x	
Una vez al mes	x	
Cada medio año		x
Una vez al año		x
No se usa hace más de un año		x
Cosas inservibles		x

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

**Paso 3:** Posterior en grupo clasificar mediante una lista los elementos innecesario del área de producción para explorar su ubicación, cantidad encontrada, el estado en el que se encuentra y decidir el destino de los elementos innecesarios identificados: venderlos, reutilizarlos, repararlos, eliminarlos, etc., lo cual permitirá aprovechar mejor el espacio.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-V

En tabla siguiente se muestra un formato propuesto para la clasificación de elementos en el área de producción.

Tabla N° 69. Formato propuesto para la clasificación de elementos en el área de producción.

<b>CLASIFICACION DE ELEMENTOS EN EL AREA DE PRODUCCION</b>				
<b>CLASIFICACION DE MATERIALES ,HERRAMIENTAS,EQUIPOS Y MAQUINAS</b>				
<b>SECCIÓN</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ESTADO</b>	<b>DECISIÓN</b>
Recepción				
Inspección				
Trasporte				
Demora				
Almacenaje				
Operaciones combinadas				

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

**Paso 4:** Se debe dejar completamente limpio el lugar en el que se ha separado lo necesario de lo innecesario.

**Paso 5:** Una vez definidos los elementos innecesarios se procede a un proceso de limpieza, para ordenarlos y ubicarlos en un lugar apropiado y colocar tarjetas rojas distintivas hacia marcar su ubicación y la cantidad de artículos o elementos innecesarios para el proceso.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01    CAP-V

En la tabla siguiente se diseña un formato propuesto de tarjeta roja.

Tabla N° 70. Formato propuesto de tarjeta roja

TARJETA ROJA			
Nombre del procesos/actividad:		Código :	
		Serie:	
CATEGORÍA			
1. Maquinaria y equipos		5. Producto Terminado	
2. Herramientas		6. Equipo de Oficina	
3. Materia Prima		7. Artículos de Limpieza	
4. Inventario En Proceso		8. Otros .....	
Unidad Pesada			
Objeto Frágil			
Cantidad			
Valores			
Localización			
RAZÓN			
1. No se Necesita		5. Uso Desconocido	
2. Defectuoso		6. Contaminante	
3. No se Necesita Pronto		7. Otro.....	
4. Material de Desperdicio			
Elaborado Por:		Sección:	
Área:		Bloque:	
observaciones:			

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

**Paso 6:** Hacer una lista de las secciones y zonas de riesgo del área de producción que han sido identificadas sin señalización.

**Paso 7:** Tomar fotografías de un antes y un después para evidencias de los resultados derivados en la finalización de la implementación del modelo.

En la empresa avícola los problemas a solucionar y su acción correctiva serían los siguientes:

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	VERSION:01	CAP-V

Tabla N° 71. Propuesta de planificación de acciones (1S).

<b>PLANIFICACION DE ACCIONES "5S"</b>			
PROBLEMA	ACCIÓN CORRECTIVA	No. DE "S"	PRIORIDAD
En las secciones de producción de balanceado la materia prima como maíz, trigo y soya está en mayor cantidad de lo requerido para el pedido a producir	Tener en el puesto de trabajo la materia prima exacta que se requiere para el pedido a producir.	1S	ALTO
El inventario de balanceado fase 1 es alto porque no tiene establecido un nivel máximo.	Establecer un nivel máximo de inventarios para las épocas de consumo alto.	1S	ALTO
Almacenamiento de aves muertas no tiene un destino de producción	Utilizar el ave para producir otros productos que puedan ser vendidos	1S	MEDIO
Herramientas de trabajo como: cuchillos, baldes, están sobre las máquinas.	Controlar que las herramientas de trabajo estén en su lugar y no sobre las máquinas	1S	ALTO
Acumulación de elementos como: pallets, escaleras, baldes que no son utilizados con frecuencia.	Clasificar y ver según su estado si se eliminan, se repara o almacena en un lugar específico.	1S	MEDIO
Las estanterías están acumuladas de elementos que no están clasificados ni organizados.	Clasificar los elementos necesarios de los innecesarios	1S	MEDIO
No existe un lugar específico para colocar los elementos innecesarios	Designar un lugar específico para colocar los elementos innecesarios.	1S	MEDIO
La zona de circulación está con sacos de desperdicios, cajas baldes, piolas, etc. Los cuales dificultan el paso.	Buscar un lugar adecuado para ubicar estos elementos.	1S	ALTO
Los contenedores de desperdicios no están correctamente ubicados.	Designar un lugar específico para los contenedores de desperdicio.	1S	MEDIO

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

- II. Ordenar los necesarios (Seiton).- En esta etapa se establece un lugar para cada cosa y se sitúa cada cosa en su lugar, conjuntamente se identifica todos los elementos y materiales necesarios para el trabajo.

Pasos a Seguir:

**Paso 1:** Luego de seleccionar lo que verdaderamente es necesario en el área de producción, los elementos necesarios deberán limpiarse para luego decidir en equipo donde ubicar y como identificar para saber que elemento es, a qué lugar de trabajo pertenece, donde esta ese elemento y donde se debe dejarlo.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-V

**Paso 2:** Se puede recurrir a los siguientes criterios para ubicar lo necesario: frecuencia de uso, peso, altura, forma, distancia al lugar de trabajo, es decir, se deberá establecer los elementos y artículos de forma que sean fáciles de coger y volver a colocar, conjuntamente se debe recordar en todo momento que no debe haber nada en contacto con el suelo.

**Paso 3:** Una vez colocados en un lugar conveniente los artículos, equipos, materiales, herramientas y elementos necesarios se procederá a situar mediante carteles, señales y etiquetas un nombre a cada cosa, el tipo de elemento almacenado, la cantidad y su ubicación para evitar pérdidas de tiempo en buscar el elemento en caso de requerirlo.

**Paso 4:** Es recomendable en esta etapa del mismo modo tomar fotos de un antes y después para registrar cambios obtenidos.

En la empresa avícola los problemas a solucionar y su acción correctiva serían los siguientes:

Tabla N° 72. Propuesta de planificación de acciones (2S).

<b>PLANIFICACION DE ACCIONES "5S"</b>			
PROBLEMA	ACCION CORRECTIVA	No. DE "S"	PRIORIDAD
Las herramientas y artículos de trabajo no están en un orden y ubicadas correctamente.	Colocar tableros para las herramientas en un lugar accesible	2S	ALTO
Las secciones, máquinas, equipos, herramientas, lugares de almacenamiento, estantes, gavetas, puertas no está identificados con letreros o carteles.	Elaborar las identificaciones respectivas para cada cosa ya sea con letreros , etiquetas o carteles	2S	ALTO
La zona de circulación no está señalizada	Señalizar pasillos	2S	ALTO
No existe casilleros para guardar las pertenencias de los operarios	Colocar casilleros	2S	ALTO
Las zonas de riesgo no están marcadas.	Señalizar zonas de riesgo	2S	ALTO

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

**Nota:** Se puede utilizar un layout detallado de la empresa avícola, para indicar los lugares en donde se sugiere aplicar Seiri y Seiton para lograr que el área de producción este limpia y organizada.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> V

III. Limpiar (Seiso).- En esta etapa se identifica y elimina las fuentes de suciedad y se establecen las acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer. Se debe concientizar al equipo, fomentando un entorno de trabajo libre de suciedad y de personas que lo generen.

Pasos a seguir:

**Paso 1:** Concientizar a la clase obrera del área de producción que lo que se busca con la limpieza es mantener limpio el lugar de trabajo basándose en la eliminación de las fuentes de suciedad.

**Paso 2:** Seguir el plan de limpieza establecido por la empresa, precisando obtener todos los elementos necesarios para la limpieza.

**Paso 3:** Finalmente se procederá a ejecutar la limpieza de toda el área de producción y lugares comunes de la empresa avícola.

En la empresa avícola los problemas a solucionar y su acción correctiva serían los siguientes:

Tabla N° 73. Propuesta de planificación de acciones (3S).

PLANIFICACION DE ACCIONES "5S"			
PROBLEMA	ACCION CORRECTIVA	No. DE "S"	PRIORIDAD
Los puestos de trabajo, equipos, estantes, se encuentran con polvo.	Limpiar los puestos de trabajo, equipos, estantes según un plan y procedimiento de limpieza.	3S	ALTO
Las máquinas se encuentran con grasa y polvo.	Limpiar las máquinas según un plan y procedimiento de limpieza.	3S	ALTO
Los contenedores de basura no están vacíos y limpios.	Limpiar y vaciar los contenedores de basura según un plan y procedimiento de limpieza	3S	MEDIO
Los artículos de limpieza no se encuentran ordenados ni fichados y en lugar adecuado.	Ordenar los artículos de limpieza en un lugar accesible e identificarlos	3S	MEDIO
El piso y las paredes que están cubiertos por mesas de trabajo/equipos que se encuentran con residuos y grasa.	Limpiar el piso y las paredes que están cubiertos por las mesas de trabajo/equipos según un plan y procedimiento de limpieza	3S	MEDIO
Las instalaciones de luz y lámparas están con polvo	Limpiar las instalaciones de luz y lámparas según un plan y procedimiento de limpieza	3S	MEDIO
Los operarios no limpian sus puestos de trabajo por iniciativa propia.	Crear en los operarios una cultura de orden y limpieza a través de un plan de sensibilización.	3S	ALTO

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-V

IV. Estandarizar (Seiketsu).- En esta etapa se coloca elementos de control para detectar situaciones irregulares o anormales.

Pasos a Seguir:

**Paso 1:** Establecer los grupos de limpieza para los lugares de trabajo, donde participarán todos los trabajadores del área de producción para ejecutar el aseo de todas las secciones que conforman el área de producción y de las áreas comunes.

**Paso 2:** Identificar las zonas a limpiar en el área de producción el cual está conformado por las secciones determinadas inicialmente, y las áreas comunes como: baño, vestidores, pasillos, etc.

**Paso 3:** Asignar a los grupos de limpieza responsabilidades claras y específicas implantando reglas dentro del grupo para conservar la limpieza.

**Paso 4.** Crear planes, procedimientos y estándares de orden y limpieza adaptables y aplicables para la empresa avícola.

Tabla N° 74. Propuesta de planificación de acciones (4S).

PLANIFICACION DE ACCIONES "5S"			
PROBLEMA	ACCION CORRECTIVA	No. DE "S"	PRIORIDAD
Falta de normas para mantener el orden y la limpieza	Elaborar normas de limpieza	4S	ALTO
Falta de planes de limpieza en el lugar de trabajo	Elaborar planes de limpieza.	4S	ALTO
Falta de instructivos o procedimientos de limpieza en el lugar de trabajo	Elaborar instructivos y procedimientos de limpieza.	4S	ALTO
Falta de responsables para la limpieza de las secciones de trabajo y las áreas comunes.	Seleccionar responsables de limpieza.	4S	ALTO
Falta de manuales de funcionamiento y mantenimiento de las máquinas.	Elaborar un manual de funcionamiento de las máquinas	4S	ALTO

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-V

V. *Disciplina (Shitsuke)*.- En esta etapa se debe fomentar la disciplina, en el sentido de que la clase obrera creen un nuevo hábito de orden, limpieza e higiene en su lugar de trabajo, para que se dé cumplimiento y se respeten los estándares.

Pasos a Seguir:

**Paso 1:** Analizar en donde existe incumplimiento del orden y la limpieza para detectar las acciones a tomar para erradicarlas.

**Paso 2:** Relacionar a todo el personal con la visión de la empresa, para crear buenas prácticas en el trabajo.

**Paso 3:** Mantener y controlar los logros obtenidos en las 4S antepuestos, afianzando los nuevos hábitos de trabajo y actuar con disciplina para evitar volver a la situación anterior

**Paso 4:** Reconocer el logro y esfuerzo del personal.

**Paso 5:** Fomentar el compromiso de la dirección y los operarios del área de producción, dedicando tiempo para dar la aplicación y seguimiento de las 5S.

En la empresa avícola los problemas a solucionar y su acción correctiva serían los siguientes:

Tabla N° 75. Propuesta de planificación de acciones (5S).

<b>PLANIFICACION DE ACCIONES "5S"</b>			
PROBLEMA	ACCION CORRECTIVA	No. DE "S"	PRIORIDAD
El personal no cuenta con un conocimiento adecuado sobre las 5S	Capacitar al personal a través de un plan de sensibilización de las 5S.	5S	ALTO
Los operarios no limpian sus puestos de trabajo frecuentemente	Crear en los operarios una cultura de orden y limpieza a través de un plan de sensibilización.	5S	ALTO
No existe normas establecidas sobre la limpieza que sean una guía para los operarios	Elaborar normas de limpieza.	5S	ALTO
No existe una cartelera en donde se pueda publicar la información requerida por los trabajadores	Elaborar una cartelera para publicar la información requerida	5S	ALTO
No tiene un Sistema para dar seguimiento a las 4S.	Elaborar e implementar un Sistema de Orden y Limpieza 5S.	5S	ALTO

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	CODIGO: SSIMB-17-01	
		FECHA: 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	VERSION:01	CAP-V

*C. Propuesta para la evaluación 5S.*

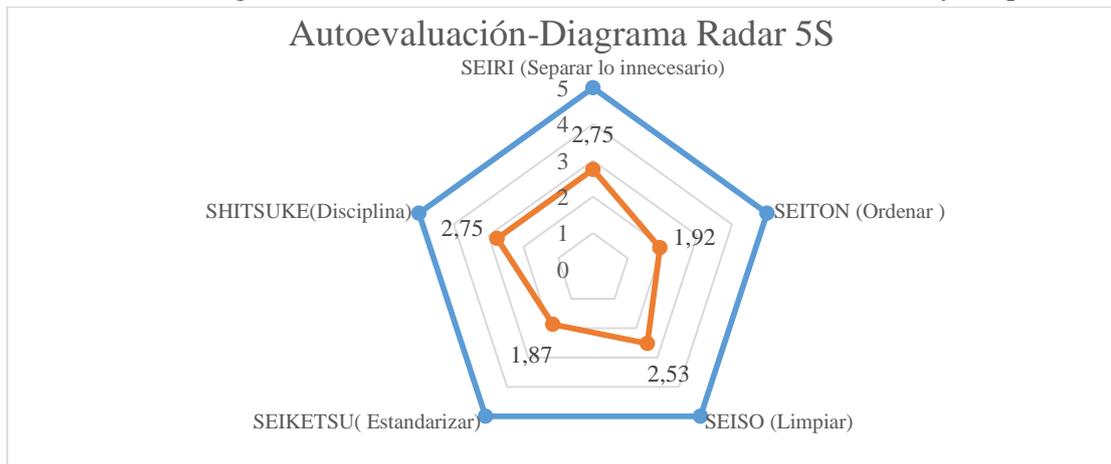
Para poder comprobar si el Sistema de Orden y Limpieza (5S) se cumple en la empresa avícola se debe utilizar la herramienta de auditoría 5S, que es un análisis periódico que comprueba el cumplimiento de lo que hasta ahora se ha implementado. Para esta auditoría se utiliza un cuestionario de referencia, la cual será realizada en este caso por el coordinador de la fábrica quien tiene la capacidad de llevar a cabo la auditoría. Formato propuesto una matriz para auditoría 5S. (Véase Anexo 2).

Tabla N° 76. Resumen de la matrices de evaluación del sistema de orden y limpieza (5s)

ETAPA	PROMEDIO
SEIRI (Separar lo innecesario)	2.75
SEITON (Ordenar )	1.92
SEISO (Limpiar)	2.53
SEIKETSU( Estandarizar)	1.87
SHITSUKE(Disciplina)	2.75
<b>CALIFICACIÓN PROMEDIO DE AUDITORÍA</b>	<b>2.36</b>

**Fuente:** Matrices de evaluación del sistema de orden y limpieza (5s) (Anexo 2)  
**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Gráfico N° 76. Diagrama radar de la autoevaluación del sistema de orden y limpieza (5s)



**Fuente:** Matrices de evaluación del sistema de orden y limpieza (5s) (Anexo 2)  
**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Análisis: en el área de producción el sistema de orden y limpieza (5s), afirma fallas ya que se pudo evidenciar la falta de orden y limpieza dentro de la misma, imposibilitando mejorar la imagen de los lugares de trabajo y la motivación de los trabajadores, debido a que se encontraron los problemas críticos de desorden en la misma.

*Hasta aquí el ejemplo.*

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-V

### 6.3.7.5 El Kanban

Es común la asociación de Kanban = JIT o Kanban = control de inventarios, esto no es incuestionable, pero si está relacionado con estos términos, Kanban funcionara positivamente en combinación con otros elementos de JIT, tales como calendarización de producción mediante etiquetas, buena organización del área de trabajo y flujo de la producción (Gutiérrez, 2013).

**Nota:** Kanban es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados. Kanban significa en japonés "etiqueta de instrucción".

La etiqueta Kanban contiene información que se utiliza como orden de trabajo, esta es su función principal, en otras palabras es un dispositivo de orientación automático que nos da información acerca de que se va a producir, en que cantidad, mediante qué medios, y como transportarlo.

#### Funciones de Kanban

Son dos las funciones principales de Kanban: Control de la producción y mejora de los procesos. Básicamente Kanban nos servirá para poder empezar cualquier operación estándar en cualquier momento, dar instrucciones basadas en las condiciones actuales del área de trabajo, prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas órdenes ya empezadas y prevenir el exceso de papeleo innecesario (Gutiérrez, 2013).

Otra función de Kanban es la de movimiento de material, la etiqueta Kanban se debe mover junto con el material, si esto se lleva a cabo correctamente se lograrán una eliminación de la sobreproducción, prioridad en la producción, y si se facilita el control del material.

#### Implementando Kanban:

Según Gutiérrez (2013) es transcendental que el personal encargado de producción, control de producción y compras entienda como un sistema Kanban (JIT), va a facilitar su trabajo y mejorar su eficiencia mediante la reducción de la supervisión directa.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-V

Básicamente los sistemas Kanban consiguen aplicarse solamente en presas que impliquen producción repetitiva. Antes de implementar Kanban es ineludible desarrollar una producción "labeled/mixed producción schedule" para suavizar el flujo actual de material, esta corresponderá ser practicada en la línea de enlace final, si existe una fluctuación muy grande en la integración de los procesos Kanban no funcionara y de los contrario se creara un desorden, también tendrán que ser implementados sistemas de reducción de setups, de producción de lotes pequeños, control visual, mantenimiento preventivo, etc. todo esto es prerequisite para la introducción Kanban.

**Nota:** • El uso de Kanban está ligado a sistemas de producción de lotes pequeños, y deberá ser actualizado constantemente y mejorado continuamente

#### **Implementación de Kanban en cuatro fases:**

**Fase 1.** Capacitar a todo el personal en los principios de Kanban, y los beneficios de su utilización.

**Fase 2.** Implementar Kanban en aquellos componentes con más problemas para facilitar su producción y para resaltar los problemas escondidos. El entrenamiento con el personal continúa en la línea de producción.

**Fase 3.** Realizar un Kanban en el resto de los componentes, esto no debe ser problema ya que para esto los operadores ya han comprobado las ventajas de Kanban, se deben tomar en cuenta todas las opiniones de los operadores ya que ellos son los que principalmente conocen el sistema. Es trascendente informarles cuando se va estar trabajando en su área.

**Fase 4.** Esta etapa radica en la revisión del sistema Kanban, los puntos de reorden y los niveles de reorden, es transcendental tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para el funcionamiento correcto de Kanban:

- Ningún trabajo debe ser dispuesto fuera de secuencia
- Si tropieza por algún problema notificar al supervisor inmediatamente.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.		<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01
			<b>FECHA:</b> 10-10-2017
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>		<b>VERSION:</b> 01    CAP-V

## Reglas de Kanban

Tabla N° 77. Reglas de Kanban

N°.	REGLA
1	No se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes
2	Los procesos subsecuentes requerirán solo lo que es necesario.
3	Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsecuente.
4	Balancear la producción
5	Kanban es un medio para evitar especulaciones
6	Estabilizar y racionalizar el proceso.

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

## Kanban como sistema físico

Es una tarjeta o cartón que contiene toda la información requerida para ser producido un producto en cada etapa de su proceso productivo. Esta tarjeta generalmente se presenta bajo la forma de un rectángulo de cartón plastificado de pequeño tamaño y que va adherido a un contenedor de los productos de los cuales ofrece información (Garza, González, y Rodríguez, 2016).

Una tarjeta Kanban contiene información que varía según las empresas, pero existen unas que son indispensables en todos los Kanbans, a saber:

Tabla N° 78. Formato propuesto para una tarjeta Kanban

TARJETA KANBAN			
EMPRESA AVÍCOLA			
DESCRIPCIÓN O CÓDIGO DEL PEDIDO		NÚMERO DEL PEDIDO	RESPONSABLE DEL PROCESO
		TIEMPO DE ENTREGA	FECHA DE PROCESAMIENTO
CANTIDAD		FECHA DE PEDIDO	FECHA DE ENTREGA
CLIENTE			
TIEMPO DE ENTREGA		TARJETA KANBAN	DESTINO
LUGAR DE ALMACENAJE		CAPACIDAD DEL CONTENEDOR	
		KG	USD

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-V

### Ejercicio: Kanban

Un proveedor mayorista de carne de pollo, para una empresa de comida rápida de tiene las siguientes exigencias de su cliente:

- El cliente realizara pedidos a lo largo del año, comprometiéndose a completar 125.000 Uds. al cabo del año.
- La demanda según históricos es aproximadamente constante a lo largo del año (que tiene 250 días laborables).
- Cada pedido del cliente debe ser entregado en un término máximo de 2 días por el proveedor.
- El cliente exige al proveedor a mantener un stock de seguridad de 0,5 días de demanda.
- La capacidad del contenedor de entrega por pedido del proveedor es de 250 Uds.

Determinar el número de tarjetas mínimo necesario para gestionar los suministros entre proveedor y cliente a través de un sistema Kanban.

Solución:

Plazo de entrega: 2 días.

$$\text{Demanda media: } \frac{125.000 \text{ Uds}}{250 \text{ días/año}} = 500 \text{ Uds. /días}$$

$$\text{Demanda en el plazo de entrega: } 2 \text{ días} * 500 \text{ Uds. /día} = 1.000 \text{ Uds.}$$

$$\text{Stock de seguridad: } 0,5 \text{ días de demanda} = 0,5 \text{ días} * 500 \text{ Uds. /día} = 250 \text{ Uds.}$$

$$\text{Capacidad del contenedor} = 250 \text{ Uds.}$$

$$\text{Por tanto, N}^\circ \text{ mínimo de Kanban} = \frac{(\text{Dpe} + \text{SS})}{\text{CC}} = \frac{(1.000 + 250)}{250} = 5 \text{ kanbans}$$

Análisis: La empresa avícola proveedora de carne de pollo necesitara 5 kanbans para poder cubrir las exigencias de pedidos de su cliente. Considerando que el Kanban es un término japonés el cual se traduce como etiqueta de instrucción. Sin embargo, en la práctica, Kanban no se limita a una etiqueta (tarjeta). Esta tarjeta no serviría de mucho si no se emplease de acuerdo a ciertos principios y reglas de Kanban.

*Hasta aquí el ejemplo.*

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-V

### 6.3.7.6 Entregables de la fase de control

En esta etapa los entregables serían:

Tabla N° 79. Entregables de la fase de mejora

N°.	ENTREGABLES	IDENTIFICACIONES
1	Validar Sistema de Medición (x)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Validar el Sistema de Medición (mejorado)</li> <li>- Determinar si el Sistema de Medición es apropiado para obtener variables X's Vitales</li> </ul>
2	Determinar Capacidad del Proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar la capacidad del Proceso mejorado</li> <li>- Confirmar estadísticamente que la meta de mejora fue alcanzada</li> </ul>
3	Sistema Control del Proceso y Cerrar Proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar la estrategia de control de cada variable Xs Vital</li> <li>- Preparar el Plan de Control del Proceso</li> <li>- Implantar la solución</li> <li>- Cerrar el Proyecto</li> </ul>

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

### 6.3.8 Capítulo 6: Establecimiento de indicadores basados en Balanced Scorecard.

#### 6.3.8.1 Introducción

Considerando que los objetivos y metas se deben someter a controles por parte de la gerencia para determinar una evolución en la implementación del modelo de medición del desempeño global corporativo, a través de la integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard, en la industria avícola de la provincia de Chimborazo, permitirá determinar si efectivamente las mediciones se están realizando de manera adecuada. La retroalimentación se debe realizar obligatoriamente para poder tomar las respectivas medidas correctivas para que los objetivos que se desean alcanzar y cumplir en el tiempo estimado que desea la empresa.

Partiendo inicialmente de la aplicación de herramientas estratégicas de mejora continua mediante la aplicación de las 5 fases de Seis Sigma ( $6\sigma$ ), en la búsqueda de mejorar el desempeño de los procesos y reducir su variación, se integra la metodología Balanced Scorecard como sistema de control adicional tomado desde una perspectiva interna y financiera a una perspectiva equilibrada en varios sentidos: información financiera y no financiera. Información interna e información externa. Información sobre los resultados actuales y los futuros para la industria avícola de la provincia de Chimborazo.

Tomando en cuenta que los indicadores son herramientas que permiten en la medición en el cumplimiento de objetivos el cual implanta metas a largo plazo, estos son útiles para poder medir con claridad los resultados obtenidos con la aplicación de programas, procesos o acciones específicas, con el fin de obtener el diagnóstico de una situación o para evaluar las variaciones de un evento. Por lo tanto basado en lo antes expuesto se propone indicadores que muestran la forma de llegar al cumplimiento de los objetivos estratégicos globales corporativos; por medio de estos indicadores podemos concluir si la empresa va en dirección correcta o que cambios se deben realizar. A continuación se presenta la elaboración de una tabla de indicadores seleccionados para cada objetivo estratégico, planteados anteriormente para mejorar el desempeño de los procesos y reducir su variación, extraídos con el análisis de datos, tablas y gráficos generados con la aplicación de las 5 fases de Seis Sigma ( $6\sigma$ ).

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	<b>CAP:</b> VI

Cada organización es única por lo tanto el camino para la construcción de un Balanced Scorecard varia; sin embargo se puede emplear un modelo sistemático denominado el método de las cuatro fases el cual ayudara en alcanzar los objetivos establecidos.

Este sistema emplea indicadores de medición del desempeño global corporativo sobre una variedad de situaciones operacionales y estratégicos el cual lo hace aplicable a diversas organizaciones.

El método de las cuatro fases se define:

Tabla N° 80. Método de las cuatro fases de Balanced Scorecard

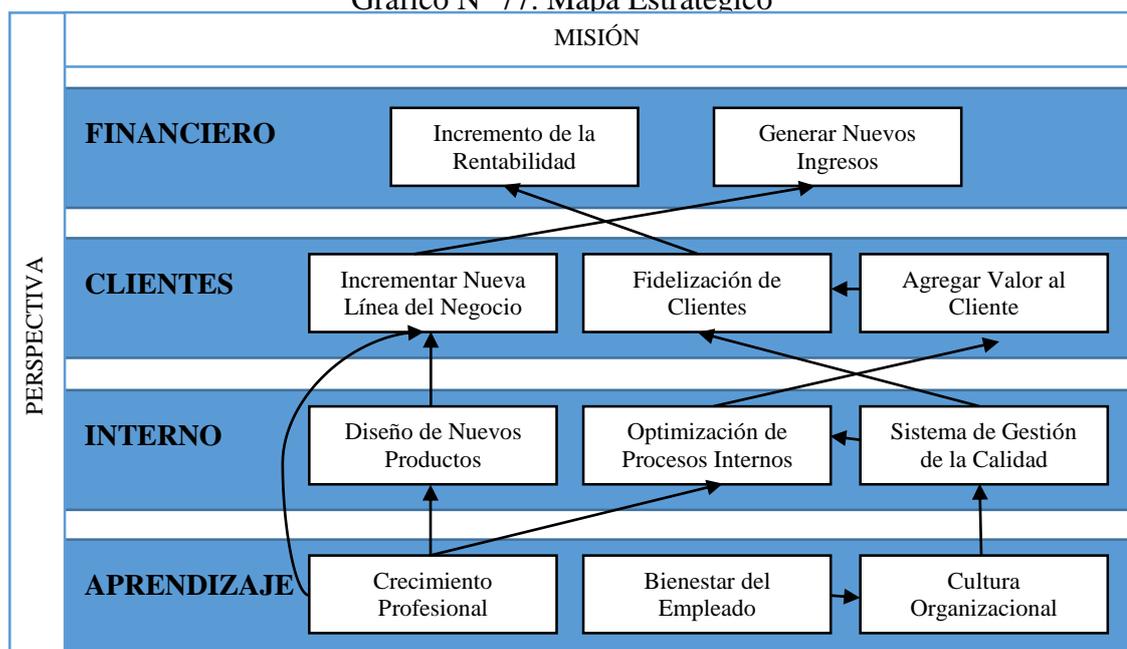
N°.	FASE	BALANCED SCORECARD
1	Fase 1:	Identificar la Unidad de Negocios
2	Fase 2:	Definir objetivos e indicadores estratégicos
3	Fase 3:	Definir metas e iniciativas
4	Fase 4:	Plan de implantación.

**Fuente:** Baraybar (2010)

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

Seguidamente se desarrolla un mapa estratégico para cada fase de Balanced Scorecard en base a la recopilación de datos de las 5 fases de Seis Sigma ( $6\sigma$ ):

Gráfico N° 77. Mapa Estratégico



**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO: SSIMB-17-01</b>	
		<b>FECHA: 10-10-2017</b>	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:01</b>	<b>CAP-VI</b>

### 6.3.8.1 Indicadores Estratégicos por Objetivos

Tabla N° 81. Indicadores Estratégicos por Objetivos

<b>BSC</b>	<b>OBJETIVOS ESTRATÉGICOS</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>Perspectiva Financiera</b>	1. Generar nuevos ingresos en la empresa avícola.	1. Índice Recuperación del capital invertido
	2. Minimizar el uso de capital de terceros en la operación de la empresa	2. Índice Nivel de autonomía financiera
	3. Mejorar la rentabilidad de los fondos invertidos en la industria avícola.	3. Índice Rentabilidad de los fondos propios.
<b>Perspectiva del Cliente</b>	1. Ingresar a una nueva línea de negocios Índice Incorporación de clientes	1. Índice Incorporación de clientes.
	2. Expandir la empresa en la búsqueda de nuevos clientes y fidelizar los clientes de poca participación en la empresa.	2. Índice Participación Del Mercado.
	3. Aumentar el valor agregado al cliente y satisfacer las necesidades de los clientes	3. Nivel de satisfacción del usuario 4. Eficiencia en ventas
<b>Perspectiva del Proceso Interno</b>	1. Mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos logísticos y operativos de la empresa	1. Cumplimiento en entregas de PT 2. Calidad del proceso logístico 3. Volumen compras vs Ventas 4. Eficiencia del operario 5. Utilización Maquinaria 6. Índice de PT con fallas 7. Documentación sin problema
	2. Proponer una política de limpieza para evitar el desorden en las diferentes áreas de la empresa para evitar accidentes (sistema de Gestión de Calidad)	8. Nivel de cumplimiento de actividades en materia de S.O 9. Porcentaje de desperdicio
	3. Diseño de nuevos productos	10. Nivel de cumplimiento de actividades programadas
<b>Perspectiva del Aprendizaje y Crecimiento</b>	1. Generar una cultura organización que logre proporcional un valor agregado a nuestros productos. (Bienestar del Empleado)	1. Empleados reconocidos
	2. Adecuar una política de reconocimiento en capital humano, para desarrollar las habilidades de nuestro personal que garantice un excelente desempeño organizacional. (Cultura Organizacional)	2. Satisfacción del empleado
	3. Capacitar a nuestros vendedores para crear una cultura enfocada en la satisfacción del cliente. (Crecimiento Profesional)	3. Fidelización del cliente 4. Horas de entrenamiento

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

### 6.3.8.2 Diseño de indicadores para la industria avícola

#### A. PERSPECTIVA FINANCIERA

Tabla N° 82. Índice Recuperación del capital invertido (Financiera)

<b>Perspectiva:</b>	Financiera	
<b>Objetivo:</b>	Generar nuevos ingresos en la empresa	
<b>Indicador:</b>	Índice Recuperación del capital invertido	
<b>Unidad de medida:</b> Valor en COP <b>Frecuencia de medición:</b> Mensual <b>Clasificación:</b> Eficiente <b>Unidad de medida:</b> Porcentaje	<b>Umbral:</b> En este indicador la calificación será dada por la empresa para que el nivel del capital invertido en la elaboración del nuevo producto no supere el valor de las amortizaciones, y el valor del capital sea mayor	
<b>Formula:</b> $R. C. I = \frac{T. A}{B. N + A} * 100$	<b>Donde:</b> R.C.I= Recuperación del capital invertido T.A = Total Activo B.N = Beneficios Netos A = Amortizaciones	
<b>Descripción:</b> Este indicador también se denomina cash flow, es decir, la generación neta de recursos por parte de la empresa y nos permite determinar en qué medida los beneficios implican una recuperación de los capitales invertidos en los activos.		
<b>Riesgo:</b> De no realizarse la medición no se podrá establecer el índice del capital invertido haya retornado y muestre de forma clara las utilidades.		
<b>Seguimiento:</b> Este se efectuara por parte del área contabilidad, mostrando los valores invertidos en materiales y proceso de producción vs las utilidades reflejadas en las ventas		

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 83. Índice Nivel de autonomía financiera (Financiera)

<b>Perspectiva:</b>	Financiera		
<b>Objetivo:</b>	Minimizar el uso de capital de terceros en la operación de la empresa		
<b>Indicador:</b>	Índice Nivel de autonomía financiera		
<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje	<b>Umbral:</b> 0% - 50 % Deficiente 51% - 70 % Insuficiente 71% - 85% Aceptable 86% - 100 % Ideal		
<b>Frecuencia de medición:</b> Mensual			
<b>Clasificación:</b> Eficacia			
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>		
$N. A. F = \frac{F. P}{T. A} * 100$	N.A.F = Nivel de autonomía financiera F.P = Fondo Propio T.A = Total Activo		
<p><b>Descripción:</b> Indica la cantidad de activos que la empresa tiene para cubrir con los fondos propios, marcando de este modo el grado en que la sociedad es autónoma en su funcionamiento y en qué medida depende de la financiación externa.</p> <p><b>Riesgo:</b> De no realizarse la medición no se podrá determinar qué tan sostenible es la empresa por si sola y de esta forma podría ir a quiebra por no tener utilidades de la misma forma que las inversiones, donde el activo sea superior y el fondo propio inferior la eficacia será deficiente.</p> <p><b>Seguimiento:</b> Este se hará por parte del área contabilidad, exponiendo las variabilidades den el total del activo mes a mes para mostrar en el balance final la autonomía financiera.</p>			

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 84. Índice Rentabilidad de los fondos propios (Financiero)

<b>Perspectiva:</b>	Financiera.	
<b>Objetivo:</b>	Mejorar la rentabilidad de los fondos invertidos en la empresa para tomar acciones en la utilización de los recursos.	
<b>Indicador:</b>	Índice Rentabilidad de los fondos propios	
<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje	<b>Umbral:</b>	
<b>Frecuencia de medición:</b> Mensual		0% - 50 % Deficiente
<b>Clasificación:</b> Eficacia		51% - 70 % Insuficiente
		71% - 85% Aceptable
		86% - 100 % Ideal
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>	
$R. F. P = \frac{B. N}{F. P} * 100$	R.F.P = Rentabilidad de Fondos Propios	
	B.N = Beneficios Netos	
	F.P = Fondos Propios	
<b>Descripción:</b> Este índice mide la tasa de rendimiento de los fondos propios que tiene la empresa para final de los capitales y beneficios no distribuidos que mantiene la empresa. Este índice medirá el rendimiento del abono y gallinaza en cuestión en el aumento del capital generando un ingreso adicional a la compañía.		
<b>Riesgo:</b> De no realizarse la medición no se podrá establecer metas impuestas en la empresa y lo cual no daría conocimiento de la situación financiera en fondos propios.		
<b>Seguimiento:</b> Este se hará por parte del área contabilidad, expresando si el objetivo de vender los desperdicios genera una utilidad en la empresa reflejada en los fondos de la misma.		

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

## B. PERSPECTIVA DEL CLIENTE

Tabla N° 85. Indicador Incorporación de cliente (Clientes)

<b>Perspectiva:</b>	Clientes		
<b>Objetivo:</b>	Ingresar a una nueva línea de negocios		
<b>Indicador:</b>	Índice Incorporación de clientes		
<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje	<b>Umbral:</b>		
<b>Frecuencia de medición:</b> Trimestral	0% - 50 % Deficiente		
<b>Clasificación:</b> Efectividad	51% - 70 % Insuficiente		
	71% - 85% Aceptable		
	86% - 100 % Ideal		
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>		
$I.C = \frac{C.F - C.I}{C.I} * 100$	I.C= Incorporación Clientes		
	C.F= Clientes Finales		
	C.I= Clientes Iniciales		
<b>Descripción:</b> Este indicador mide la proporción de nuevos clientes en un determinado segmento del mercado: toda empresa busca la expansión donde la proporción del mercado será mayor, por lo tanto esto refleja el progreso que tiene aplicando las estrategias de mercado. Para la captación de nuevos clientes se hace por métodos como ofreciendo ejemplares del producto, publicidad en diferentes medios de comunicación a los cuales se quieren hacer llegar a conocer el producto o servicio.			
<b>Riesgo:</b> De no realizarse la medición no se conocerá el porcentaje de nuevos clientes que la empresa ha captado y de ser así ver el avance y crecimiento que se está teniendo, o en caso contrario el no lograr nuevos clientes en un mercado más amplio.			
<b>Seguimiento:</b> Este será realizado por área de mercadeo, generando los estudios de mercado y analizando el comportamiento de las ventas.			

Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 86. Índice Participación del Mercado (Clientes)

<b>Perspectiva:</b>	Clientes	
<b>Objetivo:</b>	Expandir la empresa en la búsqueda de nuevos clientes y fidelizar los clientes de poca participación en la compañía	
<b>Indicador:</b>	Índice Participación del Mercado	
<b>Unidad de medida:</b> No. Personas		<b>Umbral:</b>
<b>Frecuencia de medición:</b> Semestral		Está determinado con la demanda que la empresa tiene determinada, lo ideal es que sea un número mayor al que tienen como demanda actual.
<b>Clasificación:</b> Eficacia		
<b>Formula:</b>	$P.M = \frac{N.C.A}{P.S}$	<b>Donde:</b> P.M= Participación del Mercado N.C.A = Número de Clientes Actuales P.S= Población del Segmento
<b>Descripción:</b> Conocido en inglés como "Market Share"; este es el porcentaje que tenemos del mercado, expresado en unidades del mismo tipo o en volumen de ventas explicado en valores monetarios del producto que representa la empresa.		
<b>Nota:</b> El porcentaje de participación de mercado de un producto es igual al valor de sus ventas absolutas dividido entre las ventas totales del mercado o segmento, multiplicado por 100. El objetivo de toda empresa es conseguir un espacio en el mercado y seguidamente captar el mayor número de clientes fieles a sus productos.		
<b>Riesgo:</b> De no realizarse la medición no se conocerá el número de demanda aproximado o en este caso que cantidad cubre el mercado para realizar las proyecciones en producción.		
<b>Seguimiento:</b> Este se desarrollara por área de mercadeo, generando los estudios de mercado y analizando el comportamiento de las ventas.		

Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 87. Indicador Neto de Satisfacción Clientes (Clientes)

<b>Perspectiva:</b>	Clientes
<b>Objetivo:</b>	Incursionar en la producción de nuevos productos que aumenten las ventas y de igual forma aumente y satisfagan las necesidades de los clientes.
<b>Indicador:</b>	Indicador neto de satisfacción clientes
<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje <b>Frecuencia de medición:</b> Mensual <b>Clasificación :</b> Efectividad	<b>Umbral:</b> 0% - 54% Muy Malo 55% - 64% Malo 65% - 74% Regular 75% - 84% Bueno 85% - 100% Excelente
<b>Formula:</b>	$I. N. S = \frac{(A * 0) + (B * 25) + (C * 50) + (D * 75) + (E * 100)}{N}$
<b>Donde:</b>	I.N.S= Indicador neto de satisfacción clientes. A= Número de respuestas para muy insatisfecho. B= Número de respuestas insatisfecho. C= Número de respuestas para neutro. D= Número de respuestas para satisfecho. E= Número de respuestas para muy satisfecho. N= Suma de todas las anteriores (A+B+C+D+E).
<b>Descripción:</b>	Este índice mide que tan a gusto está el cliente con los servicios donde se tiene en cuenta la calidad del producto y del servicio a la hora de la compra de igual forma tiene en cuenta los precios tanto de la empresa como los de la competencia.
<b>Nota:</b>	Se busca conocer la satisfacción del cliente teniendo en cuenta la calidad del producto y su aceptación positiva en el mercado.
<b>Riesgo:</b>	De no realizarse la medición no se conocerá con claridad la satisfacción y calidad que posee el producto al mercado y de esta forma como es recibido y la percepción que tiene este mismo.
<b>Seguimiento:</b>	Este se hará por área de mercadeo y ventas.

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 88. Indicador Eficiencia en ventas (Clientes)

<b>Perspectiva:</b>	Clientes	
<b>Objetivo:</b>	Incursionar en la producción de nuevos productos que aumenten las ventas y de igual forma aumente y satisfagan las necesidades de los clientes.	
<b>Indicador:</b>	Indicador: Eficiencia en ventas	
<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje	<b>Umbral:</b>	
<b>Frecuencia de medición:</b> Mensual	0% - 50 % Deficiente	
<b>Clasificación:</b> Eficiencia	51% - 70 % Insuficiente	
	71% - 85% Aceptable	
	86% - 100 % Ideal	
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>	
$E = \frac{C.C}{T.C.O} * 100$	E= Eficiencia	
	C.C= Clientes Cartera	
	T.C.O= Total Clientes Mercado Objetivo	
<b>Descripción:</b> La eficiencia en ventas de la empresa nos muestra los recursos empleados y los resultados obtenidos de esta; donde se ve reflejada la utilización correcta del recurso disponible consiguiendo logros de las metas con la menor cantidad de recursos, mostrando la eficiencia y la incursión de productos que aumenten las ventas.		
<b>Riesgo:</b> De no realizarse la medición no se conocerá el porcentaje de eficiencia frente a las ventas el cual expondrá la utilización correcta de los recursos.		
<b>Seguimiento:</b> Este se efectuara por área de mercadeo.		

Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

### C. PERSPECTIVA INTERNA

Tabla N° 89. Índice de cumplimiento en entregas de PT (Interna)

<b>Perspectiva:</b>	Interna		
<b>Objetivo:</b>	Mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos logísticos y operativos de la empresa.		
<b>Indicador:</b>	Cumplimiento en entregas de PT		
<b>Categoría:</b> Logística	<b>Umbral:</b> 0% - 50 % Deficiente 51% - 70 % Insuficiente 71% - 85% Aceptable 86% - 100 % Ideal		
<b>Clasificación:</b> Eficiencia			
<b>Unidad de medida:</b> Porcentual			
<b>Frecuencia de medición:</b> Mensual			
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>		
$C. E. PT = \frac{N. E. T}{T. D} * 100$	C.E.PT=Cumplimiento en entregas de PT N.E.T=Numero de entregas a tiempo T.P= Total de despachos		
<p><b>Interpretación:</b> Este indicador nos muestra un índice de entregas realizadas a tiempo, con respecto al número total de despachos de la empresa con el fin de recibir información de la calidad del servicio de despachos de la empresa.</p> <p><b>Riesgo:</b> De no realizarse la medición la empresa no podría tener la información para reconocer como el cliente nos ve respecto a la entrega de PT a tiempo.</p> <p><b>Seguimiento:</b> El área de logística realizara la labor de seguimiento a partir la generación de la orden de compra hasta su entrega teniendo en cuenta los tiempos estimados.</p>			

Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 90. Índice Calidad del proceso logístico (Interna)

<b>Perspectiva:</b>	Interna
<b>Objetivo:</b>	Calcular la eficiencia y eficacia de los procesos logísticos y operativos de la empresa
<b>Indicador:</b>	Calidad del proceso logístico
<b>Categoría:</b> Logística	<b>Umbral:</b> 0% - 50 % Deficiente 51% - 70 % Insuficiente 71% - 85% Aceptable 86% - 100 % Ideal
<b>Clasificación:</b> Eficiencia	
<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje	
<b>Frecuencia de medición:</b> Semanal	
<b>Formula:</b>	Donde
$\% \text{ C.P.L} = \frac{N.I}{T.P} * 100$	C.P.L=Calidad de proceso logístico N.I= Número de incidentes en entregas de PT. T.P= Total de pedidos
<b>Interpretación:</b> Este indicador posee como objeto conocer qué porcentaje de inconvenientes se presentan en el proceso logístico. Para esto se trataran dos indicadores uno para el numero de inconvenientes en entregas de pedidos y otro para los incidentes que se manejan en el pedido de materias primas. Para obtener información de los principales problemas del proceso logístico y tomar acciones correctivas.	
<b>Riego:</b> De no realizarse la medida no se podrá tomar las acciones correctas para desaparecer los inconvenientes del área.	
<b>Seguimiento:</b> Este se ejecutara desde el área logística teniendo en cuenta problemas en los tiempos de entrega, o inconvenientes que se presenten en los trayectos tanto de recepción de materiales como entrega de producto terminado.	

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 91. Índice Volumen de compra vs Venta (Interna)

<b>Perspectiva:</b>	Interna
<b>Objetivo:</b>	Mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos logísticos y operativos de la empresa.
<b>Indicador:</b>	Volumen compras vs Ventas
<b>Categoría:</b> Logística <b>Unidad de medida:</b> Porcentaje <b>Frecuencia de medición:</b> Mensual <b>Clasificación:</b> Eficiencia	<b>Umbral:</b> En este indicador la calificación será dado por la empresa para que el nivel de compras no supere el valor de las ventas dependiendo de los objetivos que esta quiera alcanzar.
<b>Formula:</b> $V = 1 - \frac{V.c}{T.V} * 100$	<b>Donde:</b> V= Volumen compras V.c = Valor de compras T.V= Total de las ventas
<b>Interpretación:</b> Este indicador posee como objeto controlar el crecimiento de compra con respecto a las ventas para tomar acciones correctivas y obtener nuevas negociaciones con los proveedores.	
<b>Riesgo:</b> El riesgo que tiene la empresa para no realizar este indicador es que podría adquirir un nivel de endeudamiento alto respecto a las ventas que realiza la empresa	
<b>Seguimiento:</b> Se hará un seguimiento mensual teniendo en cuenta las compras en la que incurra la empresa para su ejercicio.	

Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 92. Índice Eficiencia del operario (Interna)

<b>Perspectiva:</b>	Interna	
<b>Objetivo:</b>	Mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos logísticos y operativos de la empresa	
<b>Indicador:</b>	Eficiencia del operario	
<b>Categoría:</b> Producción	<b>Umbral:</b>	
<b>Unidad de medida:</b> Porcentual	0% - 50 % Deficiente	
<b>Frecuencia de medición:</b> Semanal	51% - 70 % Insuficiente	
<b>Clasificación:</b> Eficiencia	71% - 85% Aceptable	
	86% - 100 % Ideal	
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>	
$R. O = \frac{N. U. P}{N. M. P} * 100$	R.O = Rendimiento del operario	
	N.U.P= Número de unidades producidas	
	N.M.P= Número máximo de unidades producidas (Estándar Máximo)	
<b>Interpretación:</b> Este indicador tiene como objeto controlar la capacidad de producción del operario del área de limpieza de materia prima. Y con esta establecer unas propuestas de incentivos de productividad		
<b>Riesgo:</b> De no realizarse la medición no se podrá contar con la información de tiempos de producción, para medir la eficiencia de cada operario y planear de manera efectiva la producción para cumplir con los objetivos del área.		
<b>Seguimiento:</b> Este seguimiento se efectuara desde el área de producción en el que se tendrá en cuenta el número de unidades producidas en un tiempo determinado para conseguir un estándar de producción y establecer metas.		

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 93. Índice Utilización Maquinaria (Interna)

<b>Perspectiva:</b>	Interna	
<b>Objetivo:</b>	Mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos logísticos y operativos de la empresa	
<b>Indicador:</b>	Utilización Maquinaria capacidad Teórica	
<b>Categoría:</b> Producción	<b>Umbral:</b>	
<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje	0% - 50 % Deficiente	
<b>Frecuencia de medición:</b> Mensual	51% - 70 % Insuficiente	
<b>Clasificación:</b> Eficiencia	71% - 85% Aceptable	
	86% - 100 % Ideal	
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>	
$R. M = \frac{N. U. P}{C. P} * 100$	R.M= Rendimiento maquinaria	
	N.U.P = Número de unidades producidas	
	C.P= Capacidad de producción de maquinaria	
<b>Interpretación:</b> Este indicador busca obtener el nivel de producción real de la maquinaria para poder plantear metas y tomar acciones correctivas si se establece que la capacidad de producción es más baja de la mínima establecida por la empresa		
<b>Riesgo:</b> De no realizarse la medición no se podrá instaurar metas para mejorar la productividad, que a su vez estarían representando tiempos muertos en la producción incidiendo a gastos adicionales.		
<b>Seguimiento:</b> Este se realizada por parte del área de producción midiendo el numero unidades producidas respecto la capacidad de la producción de la maquinaria, estableciendo capacidad de producción mínima para cumplir las metas del área.		

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 94. Índice de PT con fallas (Interna)

<b>Perspectiva:</b>	Interna		
<b>Objetivo:</b>	Mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos logísticos y operativos de la empresa		
<b>Indicador:</b>	Índice de PT sin fallas		
<b>Categoría:</b> Producción	<b>Umbral:</b>		
<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje	0% - 50 % Deficiente		
<b>Frecuencia de medición:</b> Mensual	51% - 90 % Insuficiente		
<b>Clasificación:</b> Eficacia	91% - 94% Aceptable		
	95% - 100 % Ideal		
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>		
$I. PT. F = \frac{T. U. D}{T. UP} * 100$	I.PT.F=Índice de PT con Fallas		
	T.U.D= Total de unidades devueltas		
	T.U.P= Total de unidades producidas		
<b>Interpretación:</b> Este indicador busca adquirir información del número de unidades deficientes de producto terminado para proponer acciones preventivas y evitar gastos adicionales por reprocesos			
<b>Riego:</b> Si no se realiza el adecuado control de las unidades no se podrán proponer soluciones correctas a las fallas con los productos terminados y se seguirá incurriendo en gastos adicionales por reproceso en la fabricación.			
<b>Seguimiento:</b> Este se efectuara por parte del área de calidad de la empresa en el momento de realizar el chequeo de conformidad del PT.			

Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 95. Documentación sin problemas (Interna)

<b>Perspectiva:</b>	Interna		
<b>Objetivo:</b>	Mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos logísticos y operativos de la empresa		
<b>Indicador:</b>	Documentación sin problemas		
<b>Categoría:</b> Administrativo	<b>Umbral:</b>		
<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje	0% - 50 % Deficiente		
<b>Frecuencia de medición:</b> Mensual	51% - 90 % Insuficiente		
<b>Clasificación:</b> Eficacia	91% - 94% Aceptable		
	95% - 100 % Ideal		
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>		
$V = \frac{DSE}{T.D} * 100$	V= Valor		
	D.S.E=Documentación sin problemas		
	T.D= Total de documentos		
<b>Interpretación:</b> Este indicador posee como objeto controlar el número y porcentaje de los documentos enviados a los clientes con errores para tomar acciones correctivas en los procesos que sean necesarios.			
<b>Riesgo:</b> De no realizar la medida no se podrá realizar las acciones correctivas necesarias del caso se incurre en reprocesos ineficaces.			
<b>Seguimiento:</b> Este se hará por parte del área de Facturación localizando e identificando los problemas en los documentos enviados a los clientes.			

Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 96. Índice Nivel de cumplimiento de actividades en materia de S.O

<b>Perspectiva:</b>	Interna		
<b>Objetivo:</b>	Proponer una política de limpieza para evitar el desorden en las diferentes áreas de la empresa para evitar accidentes (Modelo de Gestión de Calidad)		
<b>Indicador:</b>	Nivel de cumplimiento de actividades en materia de S.O.		
<b>Categoría:</b> Administrativo	<b>Umbral:</b>		
<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje	0% - 50 % Deficiente		
<b>Frecuencia de medición:</b> Mensual	51% - 90 % Insuficiente		
<b>Clasificación:</b> Eficacia	91% - 94% Aceptable		
	95% - 100 % Ideal		
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>		
$N. C = \frac{N. A. R}{N. T. A. P} * 100$	N.C= Nivel cumplimiento		
	N.A.R= Numero de actividades realizadas		
	N.T.A.P= Número total de actividades programadas.		
<b>Interpretación:</b>	Este indicador busca obtener información sobre las actividades en cuanto a salud ocupacional que se ejecutan con respecto a las actividades que se programan. Para verificar el cumplimiento de estas.		
<b>Riego:</b>	De no realizarse el seguimiento de este indicador no se puede evaluar el perfeccionamiento del área de salud ocupacional de la empresa y no se tendrá el control de las actividades que se programan respecto a las que se realizan.		
<b>Seguimiento:</b>	Este seguimiento se ejecutara por parte del área de HSQ de la empresa para verificar el cumplimiento de las actividades programadas del área de calidad en los procesos que se lleva actualmente.		

Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 97. Índice Porcentaje de desperdicios (Interna)

<b>Perspectiva:</b>	Interna		
<b>Objetivo:</b>	Proponer una política de limpieza para evitar el desorden en las diferentes áreas de la empresa para evitar accidentes (Modelo de Gestión de Calidad)		
<b>Indicador:</b>	Nivel de cumplimiento de actividades en materia de S.O.		
<b>Categoría:</b> Producción	<b>Umbral:</b>		
<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje	0% - 50 % Deficiente		
<b>Frecuencia de medición:</b> Mensual	51% - 90 % Insuficiente		
<b>Clasificación:</b> Eficiencia	91% - 94% Aceptable		
	95% - 100 % Ideal		
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>		
$\%D = \frac{T.D}{T.MP} * 100$	%D= Porcentaje de desperdicios		
	T.D=Total de desperdicios		
	T.MP= Total de materia prima utilizada		
<b>Interpretación:</b> Este indicador posee como objeto controlar el número y porcentaje de los kilos que de materia prima que se van como desperdicio dentro del proceso productivo de las diferentes áreas de la empresa. Para esto se tendrá un indicador de este para cada área de la empresa.			
<b>Riesgo:</b> De no realizar la medida de este indicador la empresa no residiría en la capacidad de tomar la decisiones correctivas respecto a la eficiencia en el uso de MP dentro de los procesos productivos			
<b>Seguimiento:</b> Este se efectuará en una frecuencia mensual por parte del área de producción, en donde se evaluarán las propuestas correctivas que estarán planteadas desde esta área para mejorar la eficiencia de los recursos de MP.			

Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 98. Índice Nivel de cumplimiento de actividades programadas (Interna)

<b>Perspectiva:</b>	Interna
<b>Objetivo:</b>	Diseño de nuevos productos
<b>Indicador:</b>	Nivel de cumplimiento de actividades programadas
<b>Categoría:</b> Producción	<b>Umbral:</b>
<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje	0% - 50 % Deficiente
<b>Frecuencia de medición:</b> Mensual	51% - 90 % Insuficiente
<b>Clasificación:</b> Eficiencia	91% - 94% Aceptable
	95% - 100 % Ideal
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>
$N. C = \frac{T. D. C}{T. E. C} * 100$	N.C= Nivel cumplimiento
	T.D.C= tiempo de duración del cambio
	T.E.C= Tiempo estimado de duración del cambio
<b>Interpretación:</b> Este indicador busca proponer una nueva forma de realizar los cambios que se llevan a cabo en el área de producción de manera eficiente. El indicador mide el tiempo que se lleva a cabo para realizar el cambio y el tiempo estimado para realizar esta actividad.	
<b>Riesgo:</b> Si no se lleva a cabo a control de este indicador la empresa podría desde esta área generar tiempos muertos de productividad.	
<b>Seguimiento:</b> Este será realizado por el responsable del área de producción, evaluando la eficiencia en el proceso del cambio teniendo en cuenta los tiempos de ejecución planteados con anterioridad	

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

#### D. PERSPECTIVA DE APRENDIZAJE Y CRECIMIENTO

Tabla N° 99. Índice Empleados reconocidos (Aprendizaje y Crecimiento)

<b>Perspectiva:</b>	Aprendizaje y crecimiento	
<b>Objetivo:</b>	Generar una cultura organización que logre proporcional un valor agregado a nuestros productos. (Bienestar del Empleado)	
<b>Indicador:</b>	Empleados reconocidos con bono por comisión en producción.	
<b>Categoría:</b> Administrativo	<b>Umbral :</b>	
<b>Unidad de medida:</b> Porcentual	0% - 50 % Deficiente	
<b>Frecuencia de medición:</b> Mensual	51% - 70 % Insuficiente	
	71% - 85% Aceptable	
	86% - 100 % Ideal	
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>	
$N.R = \frac{N.E.R}{T.E} * 100$	N.R= Nivel de reconocimiento	
	N.E.R= Número de empleados reconocidos mes	
	T.E=Total de empleados	
<b>Interpretación:</b> Este indicador busca proponer una cultura organizacional dando reconocimiento a los mejores empleados para fomentar un buen desempeño laboral y productos con excelente calidad.		
<b>Seguimiento:</b> Este seguimiento se hará desde el área de talento humano de la empresa teniendo en cuenta el número de empleados reconocidos durante el mes, para promover un excelente desempeño laborar.		

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 100. Índice Satisfacción del empleado (Aprendizaje y Crecimiento)

<b>Perspectiva:</b>	Aprendizaje y crecimiento		
<b>Objetivo:</b>	Adecuar una política de reconocimiento en talento humano, para desarrollar las habilidades de nuestro personal que garantice un excelente desempeño organizacional. (Cultura Organizacional)		
<b>Indicador:</b>	Satisfacción del empleado		
<b>Categoría:</b> Administrativo	<b>Umbral :</b>		
<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje	0% - 50 % Deficiente		
<b>Frecuencia de medición:</b> Mensual	51% - 70 % Insuficiente		
<b>Clasificación:</b> Eficacia	71% - 85% Aceptable		
	86% - 100 % Ideal		
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>		
$N.S = \frac{N.q}{T.E} * 100$	N.S= Nivel de satisfacción		
	N.q= Número de quejas mensual		
	T.E=Total de empleados		
<b>Interpretación:</b>	Este indicador busca información acerca de la satisfacción de los empleados dentro de la organización ya que son de vital importancia para esta y busca mejorar el nivel de satisfacción del empleado		
<b>Seguimiento:</b>	Este seguimiento se hará desde el área de talento humano de la empresa teniendo en cuenta el número de quejas de los empleados durante el mes.		

Elaborado Por: Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 101. Índice Fidelización del cliente (Aprendizaje y Crecimiento)

<b>Perspectiva:</b>	Aprendizaje y crecimiento	
<b>Objetivo:</b>	Capacitar a nuestros vendedores para crear una cultura enfocada en la satisfacción del cliente. (Crecimiento Profesional)	
<b>Indicador:</b>	Fidelización del cliente	
<b>Categoría:</b> Administrativo	<b>Umbral :</b>	
<b>Unidad de medida:</b> Porcentual	0% - 50 % Deficiente	
<b>Frecuencia de medición:</b> Anual	51% - 70 % Insuficiente	
<b>Clasificación:</b> Eficacia	71% - 85% Aceptable	
	86% - 100 % Ideal	
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>	
$N.F = (N.C.A - N.C)$	N.F=Nivel de fidelización	
	N.C.A= Número de clientes actuales	
	N.C= Número de clientes año anterior	
<b>Interpretación:</b> Este indicador identifica el número de clientes nuevos obtenidos en el nuevo año con respecto al número de clientes del año anterior para establecer el número de clientes obtenidos durante el nuevo año.		
<b>Seguimiento:</b> Este se llevara a cabo por el área comercial de la empresa, evaluando la cantidad de clientes nuevos que se obtuvieron con respecto a los del año anterior.		

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Tabla N° 102. Índice Horas de entrenamiento (Aprendizaje y Crecimiento)

<b>Perspectiva:</b>	Aprendizaje y crecimiento		
<b>Objetivo:</b>	Capacitar a nuestros vendedores para crear una cultura enfocada en la satisfacción del cliente. (Crecimiento Profesional)		
<b>Indicador:</b>	Horas de capacitaciones a vendedores		
<b>Categoría:</b> Administrativo	<b>Umbral :</b>		
<b>Unidad de medida:</b> Porcentual	0% - 50 % Deficiente		
<b>Frecuencia de medición:</b> Anual	51% - 70 % Insuficiente		
<b>Clasificación:</b> Eficacia	71% - 85% Aceptable		
	86% - 100 % Ideal		
<b>Formula:</b>	<b>Donde:</b>		
$N.S = \frac{N.H.R}{N.H.P} * 100$	N.S=Nivel de satisfacción		
	N.H.R= número de horas reales de capacitación		
	N.H.P= Número de horas programadas		
<b>Interpretación:</b>	Este indicador controla el cumplimiento de las capacitaciones programadas a los vendedores para conseguir una cultura enfocada a la satisfacción del cliente		
<b>Seguimiento:</b>	Este se llevara a cabo por el área comercial de la empresa, evaluando la cantidad capacitaciones programadas y realizadas a los vendedores, para posteriormente ser evaluando su desempeño en función de las ventas.		

**Elaborado Por:** Muyulema (2017)

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

### 6.3.9 Conclusiones y recomendaciones

Se planteó un Modelo de Medición Global Corporativo a través de la integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard en seis capítulos hoy denominado por su autor como SSIMB: 2017, mismo que brinda múltiples propuestas de evaluación y control. Modelo estructurado sistemáticamente con base en las metodologías DIMAC y BSC, logrando formar así escenarios comunes en los cuales se hallan expuestos la industria avícola de la provincia de Chimborazo, diseñado tomar acciones correctivas y preventivas hacia traducir las estrategias de la organización en planes de acción orientados a una mejora continua.

Como base para el procesamiento de datos en los múltiples escenarios propuestos en el Modelo de Medición Global Corporativo SSIMB: 2017, se utilizó el Microsoft Excel ya que permite crear rápidamente hojas de cálculo es amigable y de fácil uso, para posteriores análisis estadísticos más profundos se utilizó el software SPSS y para diseño de experimentos y cartas de control se utilizó Minitab.

El Modelo de Medición Global Corporativo SSIMB: 2017, logró identificar los aspectos con mayor impacto dentro del proceso evolutivo de la industria avícola y de esta forma controlar y poder tomar decisiones correctas teniendo en cuenta las metas propuestas para el año presente, desarrollado con el objetivo maximizar la efectividad de los equipos, procesos e instalaciones, a través del trabajo organizado, personal capacitado y metodologías que se centran en la mejora continua, asegurando las características de calidad establecidas para el producto.

Para la implementación modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo, a través de la Integración del Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard en una entidad se requiere de la participación de los integrantes de la empresa desde la parte operativa y la administrativa. El primer paso para la efectiva planeación y puesta en marcha del modelo es la comunicación de los objetivos, metas y responsabilidades que cada integrante de la empresa debe realizar. El engranaje de toda la entidad es primordial para poder cumplir con los objetivos.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	Integración: Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Es recomendable utilizar metodologías de mejora continua basadas en las técnicas de control y mejora de la calidad, empleando métodos estadísticos de recolección, procesamiento y análisis de datos, ya que parten de herramientas básicas tales como muestreos, pruebas de hipótesis, diseño de experimentos, análisis multivariados y los métodos optimización desarrollados en el campo de la investigación de operaciones.

Impulsar una cultura de calidad a lo largo de la empresa afín de mantener un riguroso control y medición de los procesos que involucren gestión de la calidad, en este sentido se requiere de la participación de los integrantes de la empresa desde la parte operativa y la administrativa.

Se debe planificar un efectivo instrumento de comunicación y documentación dentro de cada empresa considerando que la capacitación continua del personal permitirá alcanzar un mayor compromiso en el desarrollo de las operaciones encomendadas, creando herramientas de calidad con el fin de tomar las mejores decisiones en base a estrategias preestablecidas, que no solo se basen en estados financieros sino también en el entorno real al que la empresa se enfrenta considerando la oferta y demanda así como también a sus competidores.

Es importante es el compromiso de la alta dirección o gerencia para garantizar el éxito de la implementación del modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo, puesto que es de vital importancia el liderazgo y la sabiduría en el negocio, con el fin de tomar las mejores decisiones en base a estrategias preestablecidas, que no solo se basen en estados financieros sino también en el entorno real al que la empresa se enfrenta considerando la oferta y demanda así como también a sus competidores.

La retroalimentación se debe realizar para poder tomar las respectivas medidas correctivas para que los objetivos que se desean alcanzar con el modelo se puedan cumplir en el tiempo estimado que desea la entidad, considerando que todo es un proceso de cambio se deben de tener en cuenta las indicaciones de cada uno de los integrantes para poder amoldar la empresa al Modelo de Medición del Desempeño Global Corporativo y poder obtener un beneficio mutuo.

	<b>MODELO DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO GLOBAL CORPORATIVO</b>		
	<b>Integración:</b> Seis Sigma Integral Multivariado con el Balanced Scorecard.	<b>CODIGO:</b> SSIMB-17-01	
		<b>FECHA:</b> 10-10-2017	
	<b>INDUSTRIA AVÍCOLA</b>	<b>VERSION:</b> 01	CAP-VI

Se recomienda hacer uso del Modelo de Medición Global Corporativo SSIMB: 2017, propuesto ya que logra identificar sistemáticamente aspectos con mayor impacto dentro del proceso evolutivo de la industria avícola para de esta forma controlar y poder tomar decisiones oportunas encaminadas a cumplir metas y objetivos propuestos para el año presente, de forma que se disminuya el riesgo empresarial ya que suministra una valiosa estructura documental diseñada con base en las metodologías DIMAC y BSC, para mejorar la calidad y productividad de una planta avícola, reduciendo la variabilidad en el proceso, asegurando las características de calidad establecidas para el producto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adarm, J. W., Cogollo, F. J., & Arango, S. (2012). *Medición del desempeño para cadenas de abastecimientos en ambientes de impresión usando lógica difusa*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47723297006>
- AFABA. (2017). *Industrias avícola en Ecuador*. Quito: Asociación Ecuatoriana de Alimentos Balanceados para Animales.
- AGROCALIDAD. (2013). *Manual de aplicabilidad de buenas prácticas avícolas*. Guayaquil: Universitaria de Guayaquil.
- Aguayo, O. M. (2004). Las empresas y el balanced scorecard. *Pharos*, 11, 151-154.
- Aguirre, S. A. (2007). *Administración de la Organización en el entorno actual*. Santiago: Capeos S.A.
- Aguirre, S. A. (2007). *Administración de la Organización en el entorno actual*. Santiago: Capeos S.A.
- Alles, M. A. (2008). *Dirección estratégica de Recursos Humanos Gestión por competencias 3ª ed. 1ª reimp.* Buenos Aires: Granica.
- Álvarez, R. (2012). *Metodología de la investigación: Operacionalización de Variables*. Medellín: McGraw-Hill.
- Alveiro, M. C. (2011). El Balanced Scorecard como Herramienta de Evaluación en la Gestión Administrativa. *Revista Científica "Visión de Futuro"*, vol. 15, núm. 2, Universidad Nacional de Misiones , 324-350.
- Anda, G. C. (2004). *Administración y calidad. 8a ed.* México: Limusa S.A.
- Andrade, E. X. (2012). *Las trabas al emprendimiento en Ecuador . RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, vol. 2, núm. 4, 189-199.
- Ardón, G. A. (2016). *Empresas líderes en la industria avícola hondureña*. Tegucigalpa: Universidad Nacional de Agricultura Honduras.
- Arias, M. L., Castaño, B. J., & Lanzas, D. A. (2005). Balanced Scorecard en Instituciones de Educación Superior. *Scientia Et Technica*, XI, 181-184.

- Avila, T., & Lugo, J. (2004). *Introducción a la Economía*. México: Plaza y Valdes.
- Baraybar, F. (2010). *El cuadro de mando integral*. Madrid: ESIC Editorial.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación (3° ed.)*. Bogotá: Prentice Hall.
- CAAPTES, Centro de Asesoría y Consultorías Empresariales. (2016). *Plan de negocio para la ampliación de la capacidad productiva de la granja avícola Adriancito, cantón Pallatanga, provincia de Chimborazo*. Riobamba: CAAPTES.
- Calderón, U. D. (2011). *El clima organizacional y su incidencia en el desempeño laboral*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Capuano, A. M. (2004). *Evaluación de desempeño: desempeño por competencias*. *Invenio*, 7, 139-150.
- Chase, R., Aquilano, N., & Jacobs, F. (2000). *Administración de producción y operaciones, Manufactura y servicios*. . Bogotá: McGraw Hill. Bogotá.
- Chiavenato, I. (2004). *Introducción a la Teoría General de la Administración. 7ª Edición*. México: I McGraw-Hill.
- Chiavenato, I. (2006). *Introducción a la Teoría General de la Administración; 7ª ed.* Bogotá: McGraw Gill.
- CONAVE. (22 de 07 de 2016). *CONAVE*. Obtenido de [http://amevea-ecuador.org/web\\_antigua/datos/AMEVEA\\_2007\\_\\_\\_ING.\\_JOSE\\_ORELLANA.PDF](http://amevea-ecuador.org/web_antigua/datos/AMEVEA_2007___ING._JOSE_ORELLANA.PDF)
- Díaz, C. E., Barroso, M. L., Díaz, R. C., & Pico, G. B. (2015). *Desarrollo de un modelo matemático para procesos multivariantes*. Mexico: Revista de Ingeniería Investigación y Tecnología, volumen XVI (número 3), julio-septiembre 2015: 419-430.
- Díaz, E., & Martín, M. (18 de 06 de 2004). *Configurations in manufacturing strategy*. Obtenido de [www.poms.com](http://www.poms.com) (Consulta: Febrero 18, 2017).
- Fermín, J. S., Valdiviezo, M., Orlandoni, G., & Barreto, S. (2009). Control estadístico de procesos multivariantes en la industria alimentaria: implementación a través del estadístico T2-Hotelling. . *Redalyc.*, 149.

- Fitzgerald, L., Johnston, R., Brignall, S., Silvestro, R., & Voss, C. (1991). *Performance Measurement in service Business*. Irlanda: CIMA.
- Forbes. (26 de 01 de 2016). *Forbes*. Obtenido de Forbes: <https://www.forbes.com.mx/las-50-empresas-mas-sustentables-del-mundo-en-2016/>
- Gamal, M. (2010). Six Sigma quality: A structured review and implications for future research. *International Journal of Quality and Reliability Management*, volumen 27 (número 3), 269-318.
- Garza, R. R., González, S. C., & Rodríguez, G. E. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, Vol. 22, 19-35.
- Giraud, H. L., & Morantes, Q. G. (2017). Aplicación del análisis multivariante para la sostenibilidad ambiental urbana. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 27, 89-100.
- González, C., Garza, R., Pérez, I., Martínez, E., & Sanler, M. (2012). Concepción de un procedimiento utilizando herramientas cuantitativas para mejorar el desempeño empresarial. *Revista Ingeniería Industrial*, Vol. XXXIII, No. 3., 239-248.
- Grisales, R. H. (2006). Usos y limitaciones de los métodos de análisis multivariados en la investigación epidemiológica. *Investigaciones Andina*, 8, 81-84.
- Gutiérrez, P. H. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. México, D. F.: McGraw-Hill.
- Gutiérrez, P. H. (2013). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma* (3 ed.). México, D. F.: McGraw-Hill.
- Hernández, S., Fernández, R., & Baptista, L. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: Mc. Graw Hill.
- Herrera, A. R. (2006). Seis Sigma un modelo de gestión. *Prospectiva*, vol. 4, núm. 2., pp. 47-50.
- Herrera, A. R., & Fontalvo, H. T. (2011). *Seis sigma. Métodos estadísticos y sus aplicaciones*. Bogota: Corporacion para la Gestion del Conocimiento Asesores del 2000 .

- Herrera, L., Medina, A., & Naranjo, G. (2010). *Tutoría de la Investigación Científica (Cuarta Edición ed.)*. Ambato: Gráficas Corona.
- Humberto, C. A., Arriola, E. A., & Kuc, Z. C. (2013). Análisis multivariante, conceptos y aplicaciones en Psicología Educativa y Psicometría. *Enfoques*, XXV, 65-92.
- Ibarra, S., & Martínez, J. (2004). La función de producción como fuente de competitividad en el entorno actual. . *Alta Dirección*, 77, 87.
- Infobae. (23 de 06 de 2017). *Infobae*. Obtenido de Infobae: <http://www.infobae.com/sociedad/2017/05/04/cuales-son-las-aerolineas-mas-puntuales-en-la-argentina/>
- Jimenes, R., & Pacheco, A. (2016). *Plan de negocio para la ampliación de la capacidad productiva de la granja avícola Adriancito, cantón Pallatanga, provincia de Chimborazo*. Riobamba: Espoch.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2004). *Mapas Estratégicos - Convirtiendo bienes intangibles en resultados tangibles*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000.
- Kaplan, R., & Norton, D. (2009). *El Cuadro de Mando Integral*. Barcelona: Grupo Planeta.
- Lantares.com. (2013). *Cuadro de Mando Integral (CMI): Todo lo que Debes Saber*. Obtenido de <http://www.lantares.com/blog/bid/331346/cuadro-de-mando-integral-todo-lo-que-debes-saber>
- Leyva, D. T., De Miguel, G. M., & Pérez, C. (2016). La evaluación del desempeño, los procesos y la organización. . *Redalyc*, 164.
- Madaus, G., & O'Dwyer, L. (1999). A short history of performance assessment: Lessons learned. . *Phi Delta Kappan*, 80 (9), 688-695.
- Martínez, A. R. (2010). la evaluación del desempeño. . *Papeles del Psicólogo*, 31, 85-96.
- Montgomery, D. (2004). *Diseño y analisis de experimentos* (Edicion 2 ed.). Arizona: Limusa Wiley.
- Morales, S. C., & Pinilla, B. (2007). Balanced scorecard como herramienta de diagnóstico. *Visión Gerencial*, 82-92.

- Moreno, O. J. (2005). Análisis multivariante en investigaciones de calidad del servicio. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, XI, 275-308.
- Mountney, G., & Parknurst, C. (1995). *Tecnología de Productos Avícolas 3ª ed.* . Zaragoza: Acribia.
- Namakforoosh, M. (2005). *Metodología de la Investigación (2º ed.)*. México: Limusa, S.A.
- Niven, P. (2003). *El cuadro de mando integral paso a paso: maximizar la gestión y mantener los resultados*. Barcelona: Grupo Planeta (GBS).
- Noori, H., & Radford, R. (1997). *Administración de operaciones y producción: Calidad total y respuesta sensible rápida*. México: McGraw Hill.
- Orgalla, F. (2005). *Sistema de gestión: Una guía práctica*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Orlandoni, M. G. (2012). Gestión de la Calidad: Control Estadístico y Seis Sigma . *Telos*, vol. 14, núm. 2, , pp. 269-274.
- Orlandoni, M. G. (2012). Gestión de la Calidad: Control Estadístico y Seis Sigma. *Telos*, 269-274.
- Parrales, V., & Tamayo , J. (2012). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Quezada, H. (2013). *Sistema de Orden y limpieza - Gerencia De Operaciones*. Cuenca : Universidad de Cuenca.
- Rodríguez, E. (2005). *Metodología de la Investigación*. México.: U. J. Tabasco.
- Romero, L. (2012). *Metodología de la investigación en Ciencias Sociales*. México: Univ. J. Autónoma de Tabasco.
- Ruiz, A., & Rojas, F. (2006). *Control Estadístico de Procesos* . Madrid: Comillas.
- Saiz, Á. J., & Mendoza, M. M. (2015). Innovación y creatividad como motores de desarrollo y RSC. El caso de las empresas de Guayaquil (Ecuador). *CIRIEC-Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*,, 85-88.

- Salán, G. (2014). *Análisis de los procesos de producción y su incidencia en los recursos de la empresa avícola Santa Mónica en el año 2013*. Ambato: UTA.
- Sánchez, A. A., & Alvarado, V. M. (2011). *Medición del Desempeño y la Productividad Empresarial Mediante Indicadores*. México: ESCA-IPN.
- Silva, D. (2014). *Teoría de indicadores de gestión y su aplicación*. Bogotá D.C., Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Tamayo, M. (2001). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa.
- Torrealba, D. J., & Arias, H. (2007). Matriz de medición de desempeño para la función de producción. *Scientia Et Technica*, 327-359.
- Torrealba, D. J., & Hernández, A. A. (23 de 08 de 2007). *Matriz de medición de desempeño para la función de producción*. *Scientia Et Technica*. Obtenido de Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84903563>
- Vertel, M. M., Cepeda, C. J., & Lugo, H. E. (2014). Análisis Multivariado de la Calidad educativa en Sucre. . *Scientia Et Technica*, 19, 96-105.
- Zamora, M. J., & Eguía, Á. A. (2015). Modelo de Gestión Empresarial Balanced Scorecard. *TECTZAPIC Revista de divulgación científica y tecnológica*, 94, 98.

# ANEXOS



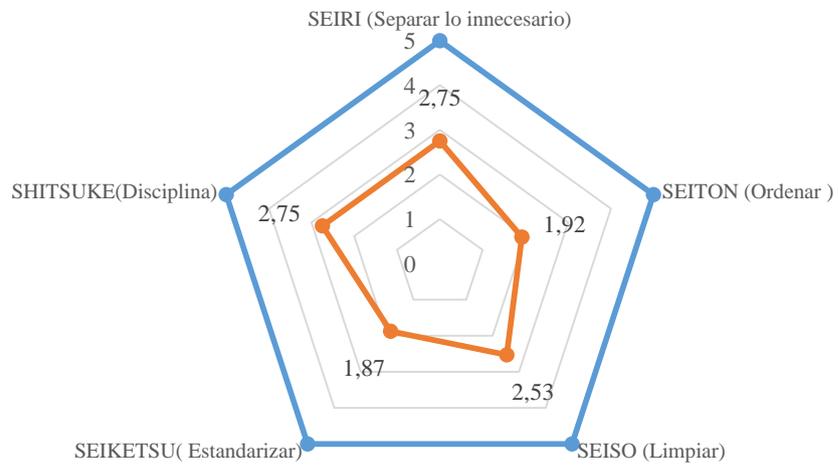
## Anexo 2. Matriz propuesta para la Evaluación del sistema de orden y limpieza (5s).

EMPRESA AVÍCOLA							
*Calificar sobre 5 de manera proporcional al número de observaciones en donde se utilizara los siguientes criterios de evaluación.							
5 siempre aplica; 4 casi siempre aplica; 3 a veces aplica; 2 casi nunca aplica; 1 nunca aplica							
Auditor: Ing. Ind. Juan Carlos Muyulema A		Área auditada : Producción			Fecha: 05/10/2017		
1	SEIRI (separar lo innecesario)	1	2	3	4	5	Observaciones
1	¿En el lugar de trabajo están únicamente los equipos/herramientas necesarias para la producción?		x				
2	¿El material de trabajo está de acuerdo a lo que necesita para la producción?		x				
3	¿El espacio para caminar está libre de cables, paquetes u otros objetos?		x				
4	¿Los inventarios están de acuerdo a los niveles máximos establecidos?		x				
5	¿Existen reglas establecidas para la eliminación de desperdicios?				x		
6	¿El área de trabajo está libre de objetos personales?				x		
7	¿Las estanterías/armarios están bien organizados?		x				
8	¿Se puede obtener con facilidad alguna herramienta o material de trabajo?			x			
9	¿Están todos los objetos innecesarios clasificados, ubicados y correctamente identificados?		x				
10	¿Existe una adecuada distribución y espacios necesarios en las secciones de producción?				x		
11	¿Están los contadores de residuos y desperdicios bien ubicados?		x				
12	¿Las máquinas y equipos de producción están en buen estado?				x		
		0	14	3	16	0	
<b>PROMEDIO</b>		<b>2.75</b>					
2	SEITON (ordenar)	1	2	3	4	5	Observaciones
1	¿Las herramientas y materiales requeridos para la producción están ubicados según un orden preestablecido y en lugar accesible?		x				
2	¿Están identificados las áreas, máquinas, equipos, herramientas, puertas, estantes, gavetas, etc., con letreros o etiquetas visibles?		x				
3	¿Están identificados cada uno de los lugares de almacenamiento?		x				
4	¿Están identificados los tableros de herramientas, estantes y/o cajones conteniendo a su vez los elementos respectivos?		x				
5	¿Están señalizadas las áreas de trabajo, equipo y maquinaria?	x					
6	¿Se mantiene la distribución de las máquinas, mesas, bancos, etc. de acuerdo a un mapa de distribución respectivo?	x					
7	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos?	x					
8	¿Se encuentran las zonas de riesgo marcadas y estas se respetan?		x				

9	¿Los operarios conocen la ubicación exacta de los materiales que necesitan?			x			
10	¿Existe compartimientos para las pertenecías de los trabajadores?		x				
11	¿Los materiales, herramientas u otros elementos de trabajo no están en contacto directo con el suelo?					x	
12	¿Se vuelven a su sitio los elementos que se han utilizado?		x				
		3	12	3	0	5	
<b>PROMEDIO</b>		<b>1.92</b>					
<b>3 SEISO (limpiar)</b>							
<b>1</b>	<b>¿Los puestos de trabajo presentan una buena imagen de limpieza?</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Observaciones</b>
1	¿Los puestos de trabajo presentan una buena imagen de limpieza?		x				
2	¿Los operarios utilizan los uniformes y equipos de seguridad limpios y presentables?				x		
3	¿El área de producción tiene establecidos responsables para la limpieza?			x			
4	¿Las máquinas, equipos, estantes se encuentran sin polvo y limpias?		x				
5	¿Participan en la limpieza todos los miembros de la fábrica?			x			
6	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, polvo, etc.?		x				
7	¿Se mantiene las paredes, techos e instalaciones limpios?			x			
8	¿Se inspecciona de manera continua la limpieza del área?		x				
9	¿Los pasillos se encuentran libres para su circulación?		x				
10	¿Se encuentran los artículos de limpieza ordenados, identificados y en un lugar adecuado?		x				
11	¿Están los basureros y contenedores de desperdicios vacíos y limpios?		x				
12	¿Está limpio el piso y las paredes que están cubiertos por el mobiliario y equipos?			x			
13	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?			x			
		0	14	15	4	0	
<b>PROMEDIO</b>		<b>2.53</b>					
<b>4 SEIKETSU( Estandarizar)</b>							
<b>1</b>	<b>¿Existen normas dentro del grupo para mantener el orden y la limpieza?</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Observaciones</b>
1	¿Existen normas dentro del grupo para mantener el orden y la limpieza?			x			
2	¿Existe un plan de limpieza en el lugar de trabajo?		x				
3	¿Existen instructivos o procedimientos de limpieza en el lugar de trabajo?			x			
4	¿Existe grupos de limpieza para el lugar de trabajo?		x				
5	¿Existe grupos de limpieza para las áreas comunes?		x				
6	¿Existe un manual de funcionamiento y mantenimiento de maquinaria?	x					
7	¿Se han realizado auditorías periódicas con participación del jefe?	x					
8	¿Cuenta la fábrica con un sistema para dar seguimiento a las 3 primeras eses?	x					
		3	6	6	0	0	

<b>PROMEDIO</b>		<b>1.87</b>					
<b>5</b>	<b>SHITSUKE(Disciplina)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Observaciones</b>
1	¿Se llevan con responsabilidad los registros de limpieza?		x				
2	¿Se implementan medidas correctivas cuando se identifica un problema?			x			
3	¿Se ejecutan las tareas cumpliendo las normas establecidos?		x				
4	¿Se respeta la puntualidad y la asistencia a los lugares de trabajo?				x		
5	¿Los operarios responden con claridad preguntas relacionadas con el conocimiento de la aplicación del sistema de orden y limpieza?			x			
6	¿Existe una cartelera en donde se pueda publicar la información requerida por los trabajadores?		x				
7	¿Se ha implementado al menos dos mejoras durante los últimos 15 días?	x					
8	¿El personal está dispuesto a integrar las 5S a su forma de trabajo?			x			
9	¿Cuenta la empresa avícola con un sistema para dar seguimiento a los 4 primeros meses?		x				
10		1	8	9	4	0	
<b>PROMEDIO</b>		<b>2.75</b>					
Nombre uy firma del Auditor		Juan Carlos Muyulema Allaica					
Calificación promedio de auditoría		2.36					
Nombre y firma del responsable del grupo							

### Autoevaluación-Diagrama Radar 5S



Anexo 3. Puntos porcentuales de la distribución de F

IV. Puntos porcentuales de la distribución F (continuación)

$p_1$	Grados de libertad del numerador ( $v_1$ )																				$\infty$
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120				
$p_2$	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3			
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50			
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53			
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63			
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36			
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67			
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23			
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93			
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71			
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54			
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40			
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30			
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25			
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18			
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11			
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06			
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01			
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97			
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93			
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90			
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87			
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84			
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81			
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79			
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77			
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75			
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73			
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71			
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70			
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68			
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58			
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47			
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.49	1.43	1.35			
$\infty$	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22			

Grados de libertad del denominador ( $v_2$ )

## Anexo 4. Puntos porcentuales de la distribución de t

**II. Puntos porcentuales de la distribución t\***

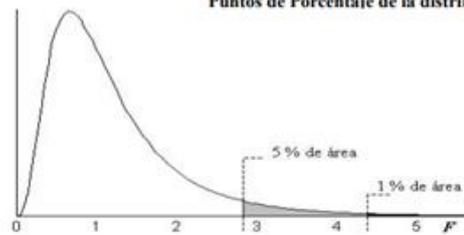
v	$\alpha$									
	.40	.25	.10	.05	.025	.01	.005	.0025	.001	.0005
1	.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.32	318.31	636.62
2	.289	.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	23.326	31.598
3	.277	.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.213	12.924
4	.271	.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	.267	.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	.265	.727	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	.263	.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.019	4.785	5.408
8	.262	.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501	5.041
9	.261	.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	.260	.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587
11	.260	.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12	.259	.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318
13	.259	.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	.258	.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15	.258	.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16	.258	.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	.257	.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18	.257	.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922
19	.257	.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	.257	.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	.257	.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	.256	.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	.256	.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.767
24	.256	.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745
25	.256	.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26	.256	.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707
27	.256	.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28	.256	.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	.256	.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30	.256	.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
40	.255	.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
60	.254	.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
120	.254	.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373
$\infty$	.253	.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291

v = grados de libertad.

\*Adaptada con permiso de *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3a. ed., E.S. Pearson y H.O. Hartley, Cambridge University Press, Cambridge

**TABLA 4: DISTRIBUCIÓN F DE FISHER**

Puntos de Porcentaje de la distribución F



Ejemplo:

Para  $n_1 = 9, n_2 = 12$  grados de libertad:

$P[F > 2.80] = 0.05$

$P[F > 4.39] = 0.01$

5% (normal) y 1% (negritas) puntos para la distribución de F  
n1 grados de libertad (para el mayor cuadrado medio)

n <sub>2</sub>	n1 grados de libertad (para el mayor cuadrado medio)																													n <sub>2</sub>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	$\infty$						
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	246	248	249	250	251	252	253	253	254	254	254	254	1				
2	4052	4999	5404	5624	5794	5899	5928	5981	6022	6058	6083	6107	6143	6170	6209	6234	6260	6286	6302	6324	6334	6350	6366	6386	6396	2				
3	98.50	99.00	99.16	99.25	99.30	99.33	99.36	99.38	99.39	99.40	99.41	99.42	99.43	99.44	99.45	99.46	99.47	99.48	99.48	99.49	99.49	99.49	99.50	99.50	99.50	3				
4	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.71	8.69	8.66	8.64	8.62	8.59	8.56	8.55	8.54	8.53	8.53	8.53	8.53	4				
5	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.34	27.23	27.13	27.05	26.92	26.83	26.69	26.60	26.50	26.41	26.35	26.28	26.24	26.18	26.15	26.13	26.13	5				
6	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.87	5.84	5.80	5.77	5.75	5.72	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64	5.63	5.63	6				
7	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.45	14.37	14.25	14.15	14.02	13.93	13.84	13.75	13.69	13.61	13.58	13.52	13.49	13.46	13.46	7				
8	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.64	4.60	4.56	4.53	4.50	4.46	4.44	4.42	4.41	4.39	4.37	4.37	4.37	8				
9	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.96	9.89	9.77	9.68	9.55	9.47	9.38	9.29	9.24	9.17	9.13	9.08	9.04	9.02	9.02	9				
10	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.96	3.92	3.87	3.84	3.81	3.77	3.75	3.73	3.71	3.69	3.68	3.67	3.67	10				
11	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.79	7.72	7.60	7.52	7.40	7.31	7.23	7.14	7.09	7.02	6.99	6.93	6.90	6.88	6.88	11				
12	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.53	3.49	3.44	3.41	3.38	3.34	3.32	3.29	3.27	3.25	3.24	3.23	3.23	12				
13	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.54	6.47	6.36	6.28	6.16	6.07	5.99	5.91	5.86	5.79	5.75	5.70	5.67	5.65	5.65	13				
14	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.24	3.20	3.15	3.12	3.08	3.04	3.02	2.99	2.97	2.95	2.94	2.93	2.93	14				
15	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.73	5.67	5.56	5.48	5.36	5.28	5.20	5.12	5.07	5.00	4.96	4.91	4.88	4.86	4.86	15				
16	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.03	2.99	2.94	2.90	2.86	2.83	2.80	2.77	2.76	2.73	2.72	2.71	2.71	16				
17	10.96	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	5.18	5.11	5.01	4.92	4.81	4.73	4.65	4.57	4.52	4.45	4.41	4.36	4.33	4.31	4.31	17				
18	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.86	2.83	2.77	2.74	2.70	2.66	2.64	2.60	2.59	2.56	2.55	2.54	2.54	18				
19	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.77	4.71	4.60	4.52	4.41	4.33	4.25	4.17	4.12	4.05	4.01	3.96	3.93	3.91	3.91	19				

## Anexo 5. Puntos porcentuales de la distribución $\chi^2$

III. Puntos porcentuales de la distribución $\chi^2$ <sup>a</sup>									
$\nu$	$\alpha$								
	.995	.990	.975	.950	.500	.050	.025	.010	.005
1	0.00 +	0.00 +	0.00 +	0.00 +	0.45	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.01	0.02	0.05	0.10	1.39	5.99	7.38	9.21	10.60
3	0.07	0.11	0.22	0.35	2.37	7.81	9.35	11.34	12.84
4	0.21	0.30	0.48	0.71	3.36	9.49	11.14	13.28	14.86
5	0.41	0.55	0.83	1.15	4.35	11.07	12.38	15.09	16.75
6	0.68	0.87	1.24	1.64	5.35	12.59	14.45	16.81	18.55
7	0.99	1.24	1.69	2.17	6.35	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.34	1.65	2.18	2.73	7.34	15.51	17.53	20.09	21.96
9	1.73	2.09	2.70	3.33	8.34	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	2.56	3.25	3.94	9.34	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.60	3.05	3.82	4.57	10.34	19.68	21.92	24.72	26.76
12	3.07	3.57	4.40	5.23	11.34	21.03	23.34	26.22	28.30
13	3.57	4.11	5.01	5.89	12.34	22.36	24.74	27.69	29.82
14	4.07	4.66	5.63	6.57	13.34	23.68	26.12	29.14	31.32
15	4.60	5.23	6.27	7.26	14.34	25.00	27.49	30.58	32.80
16	5.14	5.81	6.91	7.96	15.34	26.30	28.85	32.00	34.27
17	5.70	6.41	7.56	8.67	16.34	27.59	30.19	33.41	35.72
18	6.26	7.01	8.23	9.39	17.34	28.87	31.53	34.81	37.16
19	6.84	7.63	8.91	10.12	18.34	30.14	32.85	36.19	38.58
20	7.43	8.26	9.59	10.85	19.34	31.41	34.17	37.57	40.00
25	10.52	11.52	13.12	14.61	24.34	37.65	40.65	44.31	46.93
30	13.79	14.95	16.79	18.49	29.34	43.77	46.98	50.89	53.67
40	20.71	22.16	24.43	26.51	39.34	55.76	59.34	63.69	66.77
50	27.99	29.71	32.36	34.76	49.33	67.50	71.42	76.15	79.49
60	35.53	37.48	40.48	43.19	59.33	79.08	83.30	88.38	91.95
70	43.28	45.44	48.76	51.74	69.33	90.53	95.02	100.42	104.22
80	51.17	53.54	57.15	60.39	79.33	101.88	106.63	112.33	116.32
90	59.20	61.75	65.65	69.13	89.33	113.14	118.14	124.12	128.30
100	67.33	70.06	74.22	77.93	99.33	124.34	129.56	135.81	140.17

$\nu$  = grados de libertad

<sup>a</sup>Adaptada con permiso de *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3a. ed., E.S. Pearson y H.O. Hartley, Cambridge University Press, Cambridge

Anexo 6. Coeficientes de polinomios ortogonales

		$L_4(2^3)$		
		Col.	1	2
No.	1	1	1	1
	2	1	2	2
	3	2	1	2
	4	2	2	1

		$L_{12}(2^{11})$											
		Col.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
No.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	3	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2
	4	1	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2
	5	1	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	1
	6	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1
	7	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	1
	8	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	2	1
	9	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1
	10	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	2
	11	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2
	12	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1

		$L_{16}(2^{15})$															
		Col.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
No.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2
	4	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
	5	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2
	6	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1
	7	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1
	8	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2
	9	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
	10	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	11	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2
	12	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1
	13	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2
	14	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2
	15	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2
	16	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1

		$L_{27}(3^{13})$												
		Col.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
No.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3
	5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1
	6	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2
	7	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3	2	2	2
	8	1	3	3	3	2	2	2	1	1	1	3	3	3
	9	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1
	10	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	11	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1
	12	2	1	2	3	3	1	2	3	1	2	3	1	2
	13	2	2	3	1	1	2	3	2	3	1	3	1	2
	14	2	2	3	1	2	3	1	3	1	2	3	1	2
	15	2	2	3	1	3	1	2	1	2	3	2	3	1
	16	2	3	1	2	1	2	3	3	1	2	2	3	1
	17	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3	3	1	2
	18	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
	19	3	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2
	20	3	1	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	3
	21	3	1	3	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1
	22	3	2	1	3	1	3	2	2	1	3	3	2	1
	23	3	2	1	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2
	24	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2	2	1	3
	25	3	3	2	1	1	3	2	3	2	1	2	1	3
	26	3	3	2	1	2	1	3	1	3	2	3	2	1
	27	3	3	2	1	3	2	1	2	1	3	1	3	2

		$L_{18}(2^1 \times 3^7)$							
		Col.	1	2	3	4	5	6	7
No.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	2	2	2	2	2	2
	3	1	1	3	3	3	3	3	3
	4	1	2	1	1	2	2	3	3
	5	1	2	2	2	3	3	1	1
	6	1	2	3	3	1	1	2	2
	7	1	3	1	2	1	3	2	3
	8	1	3	2	3	2	1	3	1
	9	1	3	3	1	3	2	1	2
	10	2	1	1	3	3	2	2	1
	11	2	1	2	1	1	3	3	2
	12	2	1	3	2	2	1	1	3
	13	2	2	1	2	3	1	3	2
	14	2	2	2	3	1	2	1	3
	15	2	2	3	1	2	3	2	1
	16	2	3	1	3	2	3	1	2
	17	2	3	2	1	3	1	2	3
	18	2	3	3	2	1	2	2	1

## Anexo 7. Relación de alias para diseños factoriales

XII. Relaciones de alias para diseños factoriales fraccionados $2^{k-p}$ con $k \leq 15$ y $n \leq 64$		
Diseños con 3 factores		
a) $2^{3-1}$ ; fracción 1/2 de 3 factores en 4 corridas	<u>Generadores del diseño</u> $C = AB$ Relación de definición: $I = ABC$ <u>Alias</u> $A = BC$ $B = AC$ $C = AB$	Resolución III
Diseños con 4 factores		
b) $2^{4-1}$ ; fracción 1/2 de 4 factores en 8 corridas	<u>Generadores del diseño</u> $D = ABC$ Relación de definición: $I = ABCD$ <u>Alias</u> $A = BCD$ $B = ACD$ $C = ABD$ $D = ABC$ $AB = CD$ $AC = BD$ $AD = BC$	Resolución IV
Diseños con 5 factores		
c) $2^{5-2}$ ; fracción 1/4 de 5 factores en 8 corridas	<u>Generadores del diseño</u> $D = AB \quad E = AC$ Relación de definición: $I = ABD = ACE = BCDE$ <u>Alias</u> $A = BD = CE$ $B = AD = CDE$ $C = AE = BDE$ $D = AB = BCE$ $E = AC = BCD$ $BC = DE = ACD = ABE$ $CD = BE = ABC = ADE$	Resolución III
d) $2^{5-1}$ ; fracción 1/2 de 5 factores en 16 corridas	<u>Generadores del diseño</u> $E = ABCD$ Relación de definición: $I = ABCDE$ <u>Alias</u> Cada efecto principal es alias de una sola interacción de 4 factores $AB = CDE \quad BD = ACE$ $AC = BDE \quad BE = ACD$ $AD = BCE \quad CD = ABE$ $AE = BCD \quad CE = ABD$ $BC = ADE \quad DE = ABC$	Resolución V
2 bloques de 8:		