UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y AGRONEGOCIOS

TEMA:

DISEÑO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE COMPOSTAJE ORGÁNICO EN LA EMPRESA PROSAGRI, CANTÓN PUJILÍ CON BASE A LOS REQUISITOS DE LA NORMA ISO 9001:2015

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Gestión de Agroempresas y Agronegocios

AUTOR: Ing. Cristian Andrés Recalde Sánchez

DIRECTORA: M.Sc. Alexandra Antonieta Mena Vásquez

ASESOR: M.Sc. Jaime Ortega

Ibarra – Ecuador

2026

DEDICATORIA

Culmino este trabajo de titulación dedicándolo firmemente a Dios, por ser mi fortaleza y luz en este camino académico.

Expreso mi más profunda dedicatoria a mis hijos, Andrés Felipe y Rachell Camila, con el ferviente deseo de que sigan mis pasos en el sendero del saber y continúen siempre estudiando, conscientes de que los estudios engrandecen a las personas y derriban cualquier frontera.

A mi familia, por su paciencia y respaldo incondicional en la adversidad.

Por último, dedico este éxito a mí mismo, como testimonio de perseverancia, crecimiento personal y por la valentía de confiar en mis capacidades ante cada reto superado.

Cristian Andrés

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera especial a Dios, a la Universidad Técnica del Norte, por haberme formado no solo como profesional, sino también como ser humano, brindándome los conocimientos y valores que guiarán mi futuro.

A mis padres, Ney Alicia y Fausto René, por su amor incondicional, su apoyo constante y las bendiciones que me han acompañado en cada paso de este camino. A mis hermanos Magaly y Efrén, mi cuñada Elizabeth y mi sobrina Karolina, gracias por estar siempre pendientes de mi crecimiento personal y profesional, y por ser un pilar fundamental en mi vida.

Mi profunda gratitud a la M.Sc. Alexandra Mena, en su calidad de directora de mi trabajo de titulación, por su exigencia, dirección experta y confianza depositada en mí. De igual manera, mi reconocimiento al M.Sc. Jaime Ortega, asesor de este proyecto, por su valioso asesoramiento y soporte metodológico fundamental.

A la Dra. Sonia Jácome y familia, infinitas gracias por su cariño, amor, apoyo incondicional y motivación constante a lo largo de este proceso.

A las Ingenieras Joselyn Bolaños y Dayanna Camacho, les debo un reconocimiento por brindarme su sincera amistad, su compañía y su respaldo técnico en los momentos clave.

A la Ing. Tania Gallo, su familia y al personal de PROSAGRI en Pujilí, gracias por su apertura, confianza y por brindarme todas las facilidades y el espacio necesario para el desarrollo de este trabajo.

Finalmente, gracias al Ec. David Espinosa, por brindarme su leal amistad y su apoyo que se tradujo en un valioso intercambio de conocimientos.

Cristian Andrés

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 5 de noviembre de 2026

M.SC. ALEXANDRA MENA VÁSQUEZ

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA,

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en constancia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



MSc. Alexandra Mena Vásquez

CC. 1002421491

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	RECALDE SANCHEZ CRISTIAN ANDRES

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño del proceso de elaboración de compostaje orgánico en la empresa PROSAGRI, Cantón Pujilí con base a los requisitos de la Norma ISO 9001:2015
AUTOR:	RECALDE SANCHEZ CRISTIAN ANDRES
FECHA: DD/MM/AAAA	05/11/2026
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	☐ **PREGRADO** ☒ **POSGRADO**
TITULO POR EL QUE OPTA:	Magíster en Gestión de Agroempresas y Agronegocios
DIRECTOR /ASESOR:	M.Sc. Alexandra Mena Vásquez M.Sc. Jaime Ortega Pereira

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 5 días del mes de noviembre de 2026

EL AUTOR:

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
CRISTIAN ANDRES
RECALDE SANCHEZ

(Firma)……
Nombre: Recalde Sánchez Cristian Andres

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA 2

AGRADECIMIENTOS 3

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR 4

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE 5

ÍNDICE DE CONTENIDOS 6

ÍNDICE DE TABLAS 12

ÍNDICE DE FIGURAS 14

RESUMEN 15

ABSTRACT 17

CAPÍTULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 18

1.1 Contextualización del problema 18

1.2 Identificación de la problemática 19

1.3 Situación actual de la empresa PROSAGRI 20

1.3.1 Descripción de la empresa 20

1.3.2 Actividades productivas 20

1.3.3 Proceso actual de elaboración de compostaje orgánico 21

1.3.4 Problemas identificados en el proceso 21

1.4 Objetivos de la investigación 22

1.4.1 Objetivo general 22

1.4.2 Objetivos específicos 22

1.5 Justificación de la investigación 22

1.5.1 Justificación teórica 23

1.5.2 Justificación práctica 23

1.5.3 Justificación ambiental 23

1.5.4 Justificación social 24
1.6 Alcance de la investigación 24
1.7 Idea a defender 25
1.8 Variables de investigación 25
CAPÍTULO II 27
MARCO REFERENCIAL 27
2.1. Marco legal 27
2.1.1. Constitución de la República del Ecuador 28
2.1.2. Código Orgánico del Ambiente (COA) 29
2.1.3. Ley de Gestión Ambiental 31
2.1.4. Normativa ecuatoriana sobre manejo de residuos orgánicos 31
2.1.5. Normativa relacionada con compostaje orgánico 32
2.1.6. Norma ISO 9001:2015 33
2.1.7. Normativa de seguridad y salud ocupacional aplicable 34
2.1.8. Plan Nacional de Desarrollo y políticas de sostenibilidad ambiental 35
2.2. Marco teórico 37
2.2.1. Agroempresas y sostenibilidad productiva 37
2.2.2. Compostaje orgánico 40
2.2.3. Gestión por procesos 46
2.2.4. Gestión de calidad 49
2.2.5. Norma ISO 9001:2015 53
2.2.6. Mejora continua en procesos agroempresariales 58
CAPÍTULO III 61
MARCO METODOLÓGICO 61
3.1. Descripción del área y grupo de estudio 61

3.1.1. Ubicación geográfica 62
3.1.2. Descripción de PROSAGRI 63
3.1.3. Situación actual del proceso 66
3.1.4. Población o grupo de estudio 70
3.1.5. Criterios de inclusión y exclusión 71
3.2. Enfoque y tipo de investigación 73
3.2.1. Enfoque mixto 75
3.2.2. Investigación aplicada 76
3.2.3. Investigación descriptiva 77
3.2.4. Investigación documental y de campo 77
3.2.5. Diseño no experimental y transversal 78
3.2.6. Métodos de investigación 80
3.3. Procedimientos 81
3.3.1. Revisión documental y normativa 82
3.3.2. Diagnóstico del proceso actual 84
3.3.3. Evaluación de ISO 9001:2015 85
3.3.4. Caracterización técnica del proceso 88
3.3.5. Identificación de riesgos y oportunidades 90
3.3.6. Diseño del proceso propuesto 92
3.3.7. Definición de indicadores 94
3.3.8. Validación de la propuesta 95
3.3.9. Procesamiento y análisis de datos 97
3.4. Consideraciones bioéticas 99
3.4.1. Consentimiento informado 99
3.4.2. Confidencialidad 100

3.4.3. Autorización institucional 100
3.4.4. Protección de los participantes 101
3.4.5. Prevención de riesgos 102
3.4.6. Responsabilidad ambiental 102
3.4.7. Integridad académica 103
CAPÍTULO IV 105
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 105
4.1. Diagnóstico del proceso actual 105
4.1.1. Descripción del proceso 105
4.1.2. Resultados de la observación 106
4.1.3. Resultados de entrevistas o encuestas 107
4.1.4. Problemas identificados 108
4.2. Evaluación de ISO 9001:2015 109
4.2.1. Nivel general de cumplimiento 109
4.2.2. Resultados por requisito 111
4.3. Caracterización técnica del proceso 115
4.3.1. Entradas, actividades y salidas 115
4.3.2. Parámetros técnicos 115
4.3.3. Puntos críticos 116
4.4. Riesgos y oportunidades 117
4.4.1. Matriz de riesgos 117
4.4.2. Oportunidades de mejora 118
4.4.3. Priorización 118
4.5. Diseño del proceso propuesto 119
4.5.1. Objetivo y alcance 119

4.5.2. Mapa de procesos 119
4.5.3. Caracterización 120
4.5.4. Diagrama de flujo 120
4.5.5. Procedimiento documentado 121
4.5.6. Registros 122
4.6. Indicadores de desempeño 122
4.6.1. Indicadores propuestos 122
4.6.2. Seguimiento y evaluación 123
4.7. Validación de la propuesta 123
4.7.1. Perfil de expertos 123
4.7.2. Criterios de validación 124
4.7.3. Resultados 125
4.7.4. Viabilidad 125
CAPÍTULO V 127
PROPUESTA TÉCNICA 127
5.1. Presentación de la propuesta 127
5.2. Justificación 127
5.3. Objetivos 128
Objetivo general 128
Objetivos específicos 128
5.4. Alcance 128
5.5. Fundamentación técnica y normativa 129
5.6. Estructura del proceso propuesto 130
5.7. Secuencia de actividades 130
5.8. Diagrama de flujo 132

5.9. Caracterización del proceso 132
5.10. Procedimiento documentado 133
5.11. Documentos y registros 135
5.12. Riesgos y oportunidades 136
5.13. Indicadores de desempeño 136
5.14. Plan de capacitación 137
5.15. Plan de implementación 138
5.16. Cronograma 139
5.17. Presupuesto 139
5.18. Análisis de viabilidad 140
5.19. Validación de la propuesta 140
5.20. Beneficios esperados 141
CAPÍTULO VI 142
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 142
6.1. Conclusiones 142
6.2. Recomendaciones 143
REFERENCIAS 145
Anexos 150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables 26
Tabla 2 Síntesis del marco legal aplicable al proceso de compostaje en Prosagri 36
Tabla 3 *Variables críticas del proceso de compostaje y rangos de referencia* 45
Tabla 4 Requisitos de la norma ISO 9001:2015 (capítulos 4-10) aplicados al proceso de compostaje 56
Tabla 5 *Datos generales de la unidad de estudio* 64
Tabla 6 *Composición garantizada del producto COMPOSTEK declarada ante la autoridad de control* 65
Tabla 7 *Insumos, materias primas y productos químicos empleados en el proceso* 69
Tabla 8 *Debilidades identificadas en el proceso actual y requisito normativo relacionado* 70
Tabla 9 *Población o grupo de estudio y unidades de análisis* 71
Tabla 10 *Criterios de inclusión y exclusión según tipo de unidad de análisis* 73
Tabla 11 *Caracterización metodológica de la investigación* 74
Tabla 12 *Métodos de investigación empleados y su aplicación concreta en el estudio* 81
Tabla 13 *Marco normativo revisado y su correspondencia con los requisitos de la norma ISO 9001:2015* 83
Tabla 14 *Fuentes documentales internas revisadas y evidencia que aportan* 84
Tabla 15 *Técnicas, instrumentos, fuentes de información y tipo de dato generado* 85
Tabla 16 *Estructura de la lista de chequeo según los requisitos de la norma ISO 9001:2015* 86
Tabla 17 *Escala de valoración y niveles de interpretación del cumplimiento de los requisitos* 87
Tabla 18 Variables críticas del proceso de compostaje, instrumentos y frecuencia de medición 89
Tabla 19 *Estructura de la ficha de caracterización del proceso de elaboración de compostaje* 89
Tabla 20 *Criterios de valoración de riesgos y oportunidades del proceso* 90
Tabla 21 *Riesgos y oportunidades preliminares identificados por etapa del proceso* 91
Tabla 22 *Información documentada diseñada para el proceso* 93

Tabla 23 *Indicadores de desempeño propuestos para el proceso de elaboración de compostaje* 95
Tabla 24 *Criterios de validación de los instrumentos y de la propuesta de diseño* 96
Tabla 25 *Criterios Técnicas de análisis aplicadas según el tipo de dato* 98
Tabla 26 *Matriz de coherencia entre objetivos específicos, procedimientos, instrumentos y productos esperados* 98
Tabla 27 Principios bioéticos aplicados en la investigación y evidencia asociada 104
Tabla 28 Hallazgos de la observación directa por etapa del proceso 106
Tabla 29 *Coincidencias por dimensión de entrevista según el rol del informante* 107
Tabla 30 *Problemas identificados en el proceso actual, causa principal y consecuencia* 108
Tabla 31 *Nivel general de cumplimiento de la norma ISO 9001:2015 por requisito* 110
Tabla 32 Brechas identificadas frente a los requisitos de la norma ISO 9001:2015 114
Tabla 33 Entradas, actividades y salidas del proceso de elaboración de compostaje..... 115
Tabla 34 Parámetros técnicos del proceso: situación actual y valor de referencia..... 115
Tabla 35 Matriz de riesgos y oportunidades valorada del proceso de elaboración de compostaje 117
Tabla 36 Ficha de caracterización del proceso de elaboración de compostaje (contenido propuesto) 120
Tabla 37 Registros diseñados para el proceso de elaboración de compostaje..... 122
Tabla 38 Indicadores de desempeño propuestos con meta, frecuencia y responsable 122
Tabla 39 Criterios de validación de la propuesta de diseño y su definición operativa..... 124
Tabla 40 Fundamentación normativa de la propuesta: requisito y aplicación..... 129
Tabla 41 Ficha de caracterización del proceso de elaboración de compostaje..... 132
Tabla 42 Documentos y registros de la propuesta técnica..... 135
Tabla 43 Matriz de riesgos y oportunidades incorporada a la propuesta 136
Tabla 44 Indicadores de desempeño de la propuesta técnica 137
Tabla 45 Plan de capacitación propuesto..... 138
Tabla 46 Fases del plan de implementación 138
Tabla 47 Cronograma de implementación de la propuesta (cuatro meses) 139
Tabla 48 Presupuesto estimado de implementación de la propuesta..... 139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 El ciclo PHVA como base de la mejora continua en la norma ISO 9001:2015 ... 52
Figura 2 Ubicación geográfica del área de estudio ... 63
Figura 3 Estructura organizacional de PROSAGRI ... 66
Figura 4 Diagrama del proceso actual de elaboración de compostaje en PROSAGRI ... 68
Figura 5 Distribución esquemática de las áreas de la planta ... 68
Figura 6 Ruta metodológica de la investigación ... 74
Figura 7 Procedimientos de la investigación organizados según el ciclo PHVA ... 82
Figura 8 Matriz de valoración del riesgo aplicada al proceso ... 91
Figura 9 Estructura jerárquica de la información documentada propuesta ... 92
Figura 10 Ruta de procesamiento, análisis y triangulación de los datos ... 97
Figura 11 Nivel de cumplimiento de la norma ISO 9001:2015 por requisito, PROSAGRI (2026) ... 110
Figura 12 Mapa de procesos propuesto para PROSAGRI ... 119
Figura 13 Diagrama de flujo propuesto con puntos de control normativo ... 121
Figura 14 Mapa de procesos de la propuesta técnica para PROSAGRI ... 130
Figura 15 Diagrama de flujo de la propuesta con puntos de control normativo ... 132

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y AGRONEGOCIOS

Tema: DISEÑO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE COMPOSTAJE ORGÁNICO EN LA EMPRESA PROSAGRI, CANTÓN PUJILÍ CON BASE A LOS REQUISITOS DE LA NORMA ISO 9001:2015

Autor: Ing. Cristian Andrés Recalde Sánchez

Director: M.Sc. Alexandra Mena Vásquez

Año: 2026

RESUMEN

PROSAGRI es una empresa ecuatoriana ubicada en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, dedicada a la producción, comercialización y fabricación de compost orgánico bajo la marca COMPOSTEK. Aunque la empresa cuenta con el registro ambiental, el registro de empresa y el registro del fertilizante emitidos por las autoridades competentes, su proceso productivo opera de manera empírica, sin un sistema de gestión de la calidad documentado que garantice el control de las variables críticas del compostaje ni el cumplimiento consistente de la composición garantizada declarada ante Agrocalidad. El presente trabajo tuvo como objetivo diagnosticar el nivel de cumplimiento de los requisitos aplicables de la norma ISO 9001:2015 y, a partir de dicho diagnóstico, diseñar el proceso de elaboración de compostaje orgánico de la empresa. Metodológicamente, se empleó un enfoque mixto con alcance descriptivo, mediante revisión documental, observación directa, entrevista semiestructurada al grupo de estudio y la aplicación de una lista de chequeo de 293 ítems construida sobre los requisitos 4 a 10 de la norma. El diagnóstico estableció una línea base de cumplimiento del 31,2 % (nivel «Bajo»), con un perfil heterogéneo en el que el Contexto de la organización alcanzó un nivel «Alto» (70,7 %), mientras que la Evaluación del desempeño (2,7 %) y la Mejora (5,8 %) se ubicaron en un nivel «Crítico». A partir de estos resultados y de la matriz de riesgos y oportunidades valorada, se diseñó una propuesta técnica estructurada en cinco niveles de información documentada política y objetivos de calidad, mapa de procesos, cuatro procedimientos, dos instructivos y cinco registros, acompañada de un conjunto de nueve indicadores de desempeño, un plan de capacitación, un cronograma de implementación de cuatro meses y un presupuesto estimado de USD 814,00. La propuesta fue validada por juicio de expertos y socializada con la alta dirección y el personal operativo de la empresa, obteniendo una valoración favorable en pertinencia, coherencia y cumplimiento normativo. Se concluye que el diseño del proceso con base en la norma ISO 9001:2015 constituye una vía viable para que PROSAGRI transite de una operación empírica hacia un sistema de gestión documentado, sin implicar una carga administrativa desproporcionada para una agroempresa de su tamaño.

Palabras clave: sistema de gestión de la calidad, ISO 9001:2015, compostaje orgánico, diagnóstico organizacional, diseño de procesos, PROSAGRI.

ABSTRACT

PROSAGRI is an Ecuadorian company located in the Pujilí canton, Cotopaxi province, dedicated to the production, marketing, and manufacturing of organic compost under the COMPOSTEK brand. Although the company holds the environmental registration, the company registration, and the fertilizer registration issued by the competent authorities, its production process still operates empirically, without a documented quality management system that ensures control over the critical composting variables or the consistent fulfilment of the guaranteed composition declared before Agrocalidad. The purpose of this study was to diagnose the level of compliance with the applicable requirements of the ISO 9001:2015 standard and, based on that diagnosis, to design the company's organic composting process. Methodologically, a mixed approach with a descriptive scope was used, through documentary review, direct observation, semi-structured interviews with the study group, and the application of a 293-item checklist built on requirements 4 through 10 of the standard. The diagnosis established a baseline compliance level of 31.2% ("Low" level), with a heterogeneous profile in which the Context of the organization reached a "High" level (70.7%), while Performance Evaluation (2.7%) and Improvement (5.8%) were rated "Critical." Based on these results and the assessed risk and opportunity matrix, a technical proposal was designed, structured into five levels of documented informationquality policy and objectives, a process map, four procedures, two work instructions, and five recordstogether with a set of nine performance indicators, a training plan, a four-month implementation schedule, and an estimated budget of USD 814.00. The proposal was validated through expert judgment and shared with the company's top management and operating staff, obtaining a favourable assessment in terms of relevance, coherence, and regulatory compliance. It is concluded that designing the process on the basis of the ISO 9001:2015 standard is a viable path for PROSAGRI to move from empirical operation toward a documented management system, without imposing a disproportionate administrative burden on an agribusiness of its size.

Keywords: quality management system, ISO 9001:2015, organic composting, organizational diagnosis, process design, PROSAGRI.

CAPÍTULO I
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Contextualización del problema

La gestión de los residuos orgánicos y su valorización mediante procesos como el compostaje se ha consolidado como un eje estratégico dentro de los modelos de economía circular y desarrollo sostenible incluso las instituciones internacionales en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la ONU, han destacado la importancia de bajar los desperdicios sólidos por prácticas sostenibles que faciliten su reinserción en los sistemas productivos, y más especialmente en el sector agrícola entonces similarmente el manejo apropiado del suelo es bastante importante para mejorar la producción agrícola, pues afecta de manera directa a la seguridad alimentaria y a la sostenibilidad mediante métodos interdisciplinarios que combinan técnicas de conservación y fertilización orgánica (Srivastava et al., 2024).

En el contexto latinoamericano, la transición hacia esquemas de circularidad ha cobrado impulso normativo y empresarial. En Ecuador, la economía circular se ha incorporado progresivamente a la política pública a través de la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva y de la Estrategia Nacional de Economía Circular Inclusiva, que reconoce a la agroindustria entre los sectores prioritarios para su implementación (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca [MPCEIP] y Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2024) pero sin embargo su implementación efectiva en el territorio todavía está pues en sus primeras etapas y se enfrenta a retos relacionados con la entonces articulación institucional y el conocimiento (Guerrero-Villegas et al., 2024).

Además el problema de los desechos en el país es grande porque el Ecuador produce más de 14 000 toneladas de basura diariamente, entonces aunque recicla menos del 6 % y sin embargo, una parte considerable de esos desechos son residuos orgánicos que se pueden utilizar, entonces según la Universidad de Las Américas (2026) ahora bien sabiendo esto el compostaje urbano y agroindustrial se reconoce como una estrategia clave para la gestión

sostenible de los residuos orgánicos en las ciudades y en el sector productivo (Universidad Politécnica Salesiana, 2025). Estudios recientes en el contexto ecuatoriano evidencian que, aunque cerca del 58 % de los residuos sólidos urbanos son orgánicos, apenas un 15 % recibe tratamiento, a la vez que la aplicación agrícola del compost puede incrementar la productividad entre el 15 % y el 30 %, reducir el uso de fertilizantes sintéticos y mitigar significativamente las emisiones de metano (Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales, 2025).

De manera paralela, la implementación de sistemas de gestión de la calidad basados en la norma ISO 9001:2015 ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la eficiencia operativa, la trazabilidad y la satisfacción del cliente en diversas industrias. La adopción de estos sistemas permite a las organizaciones optimizar sus procesos y asegurar la conformidad de sus productos (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2015). En la agroindustria alimentaria, los sistemas de gestión de la calidad se configuran como una estrategia de competitividad que favorece la estandarización, la mejora continua y la inserción de las organizaciones en mercados nacionales e internacionales (Herrera et al., 2023) pero no obstante, en procesos biológicos como el compostaje, el uso de estos sistemas sigue siendo escaso, además encima produce vacíos en la calidad, la sostenibilidad y el control de la producción.

1.2 Identificación de la problemática

Uno de los problemas más importantes de la producción de fertilizantes orgánicos mundialmente la carencia de control de calidad y estandarización en los procesos entonces todo esto afecta su competitividad con respecto a los productos industriales entonces esta debilidad se acentúa en los procesos biológicos porque la variabilidad inherente de las materias primas y la complejidad de controlar variables como la temperatura, la humedad y la relación carbono nitrógeno dificultan la consistencia del producto final.

En América Latina, numerosas agroempresas presentan debilidades en la gestión de procesos y en la adopción de estándares internacionales, lo que afecta su productividad y su

capacidad de inserción en los mercados globales (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2021). En Ecuador, estas limitaciones se evidencian en la escasa implementación de normas como la ISO 9001 en procesos productivos específicos, situación que dificulta garantizar la calidad, la trazabilidad y la eficiencia de los productos agroindustriales, incluidos los abonos orgánicos. Si bien existe abundante literatura sobre los aspectos técnicos del compostaje y sobre la gestión de la calidad de manera independiente, la evidencia sobre su integración explícita en contextos agroempresariales aún es limitada (Herrera et al., 2023). Esta brecha entre el conocimiento técnico del compostaje y la gestión formal de la calidad constituye el problema central de la presente investigación. La ausencia de un sistema estructurado que articule ambos campos impide a las agroempresas productoras de compost estandarizar sus operaciones, reducir la variabilidad del producto y responder de forma consistente a las exigencias del mercado, con las consecuentes afectaciones a su competitividad y sostenibilidad.

1.3 Situación actual de la empresa PROSAGRI

1.3.1 Descripción de la empresa

En la provincia de Cotopaxi en el cantón Pujilí, se ubica la empresa PROSAGRI donde produce el abono orgánico por procesos industriales de compostaje que en si buscan sacar partido de los desechos orgánicos generados por las actividades agroindustriales entonces su planta de producción tiene un área cercana a las dos hectáreas y está situada en una zona rural, distante de los asentamientos humanos entonces esto facilita que las tareas de compostaje se desarrollen más apropiadamente bajo condiciones ambientales controladas ahora la empresa dispone de infraestructura, maquinaria y equipos especializados, tales como por ejemplo tractores con pala frontal, volteadoras de compost y sistemas de zarandeo, que facilitan una operación eficiente del proceso productivo.

1.3.2 Actividades productivas

La actividad principal de PROSAGRI es la transformación de residuos orgánicos en compost mediante un proceso estructurado que aprovecha materias primas de origen

agroindustrial. Su representatividad dentro del sector agroindustrial local, sumada a la disponibilidad de maquinaria especializada, posiciona a la empresa como un caso pertinente para fortalecer la gestión de sus procesos productivos a través de la implementación de un sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO 9001:2015, con el fin de mejorar la eficiencia operativa, la estandarización de procesos y la calidad del producto final.

1.3.3 Proceso actual de elaboración de compostaje orgánico

El proceso productivo de PROSAGRI se desarrolla a través de un conjunto secuencial de etapas: Acopio de materias primas, armado de pilas, compostaje, zarandeo, empaque y despacho. A lo largo de estas etapas intervienen variables críticas como la temperatura, la humedad, el tiempo de compostaje y la composición de las materias primas, las cuales influyen directamente en la calidad del producto final. La empresa cuenta con una operación técnica definida y con maquinaria especializada; sin embargo, no dispone de un sistema formal de gestión de la calidad que permita estandarizar, controlar y mejorar de manera continua sus procesos productivos.

1.3.4 Problemas identificados en el proceso

El diagnóstico preliminar de la situación de la empresa permite identificar las siguientes debilidades en el proceso de elaboración de compostaje:

- Ausencia de un sistema formal de gestión de la calidad que estandarice y controle las operaciones.
- Falta de manuales y procedimientos que garanticen la estabilidad del proceso productivo.
- Falta de indicadores de rendimiento y de procedimientos para controlar las variables principales del compostaje.
- Fluctuación en las propiedades del producto final y poca trazabilidad en el proceso.

- Riesgos relacionados con el compost, la eficiencia en las operaciones y la satisfacción del cliente, que tienen además el potencial de impactar negativamente la competitividad de la compañía.

En este contexto, la implementación de un sistema de gestión de la calidad en el proceso de elaboración de compostaje, basado en los requisitos de la norma ISO 9001:2015, se presenta como una alternativa estratégica para fortalecer la gestión de los procesos de PROSAGRI.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Diseñar el proceso de elaboración de compostaje orgánico en la empresa PROSAGRI, cantón Pujilí, con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015.

1.4.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del proceso de elaboración de compost orgánico de la empresa PROSAGRI.
- Planificar el proceso de elaboración de compost orgánico de la empresa PROSAGRI con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015.
- Implementar el proceso de elaboración de compost orgánico de la empresa PROSAGRI con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015.
- Evaluar la implementación del proceso de elaboración de compost orgánico de la empresa PROSAGRI con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015.

1.5 Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica desde una perspectiva teórica, práctica, ambiental y social, considerando la importancia de la gestión de la calidad en el fortalecimiento de las agroempresas y su contribución al desarrollo sostenible.

1.5.1 Justificación teórica

Desde el enfoque teórico, el estudio aporta a la integración de dos campos relevantes: la gestión de la calidad basada en la norma ISO 9001:2015 y los procesos de compostaje orgánico. Aunque ambos temas han sido ampliamente estudiados de manera independiente, existe limitada evidencia sobre su aplicación conjunta en el contexto agroindustrial, lo que constituye un vacío en la literatura académica. Los sistemas de gestión de la calidad permiten estructurar y optimizar los procesos organizacionales y se configuran como una estrategia de competitividad para la agroindustria (Herrera et al., 2023), mientras que el control de las variables críticas del compostaje resulta determinante para garantizar la calidad del producto final (ISO, 2015).

1.5.2 Justificación práctica

En la practica la investigación ayudará que PROSAGRI optimice la administración de su proceso productivo por la normalización de las actividades, hacer controles y la determinación de indicadores de rendimiento entonces esto ayudará a mejorar la utilización de los recursos, bajar la variabilidad del producto y además robustecer la toma de decisiones fundamentada en datos entonces también implementar un sistema de gestión de calidad hará más fácil el seguimiento del proceso y ayudará a que la compañía cumpla con los estándares internacionales y es incluso vital para aumentar su competitividad en el sector agroindustrial (ISO, 2015).

1.5.3 Justificación ambiental

Desde la perspectiva ambiental, la investigación promueve el aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante prácticas sostenibles como el compostaje, en coherencia con los principios de la economía circular adoptados por el país (MPCEIP y MAATE, 2024). La valorización de la fracción orgánica de los residuos contribuye a reducir la presión sobre los rellenos sanitarios, a mejorar la estructura y fertilidad del suelo y a disminuir las emisiones

de gases de efecto invernadero asociadas a la disposición inadecuada de residuos (Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales, 2025) así pues la estandarización del proceso de producción no solo mejora el compost porque también aumenta sus beneficios para el medio ambiente.

1.5.4 Justificación social

Desde lo social la propuesta no solo favorecerá a la compañía que se está estudiando porque tendrá la posibilidad de ser reproducida en otras empresas agropecuarias y ayudará al crecimiento sostenible del sector agroindustrial en el país, se desarrolla dentro del marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, al fomentar la mejora continua, la eficiencia productiva, la creación de trabajo digno y los procesos sostenibles a nivel local entonces de esta manera, contribuye directamente al Objetivo de Desarrollo Sostenible 8 o sea el Crecimiento económico y trabajo decente y al ODS 9 Industria, infraestructura e innovación y así desde el enfoque académico, este trabajo servirá como referente para futuras investigaciones para la aplicación de la norma ISO 9001:2015 en agroempresas y agronegocios entonces en concordancia con la línea de investigación de la Universidad Técnica del Norte: "Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico".

1.6 Alcance de la investigación

La investigación tiene un alcance descriptivo y propositivo, orientado al diseño del proceso de elaboración de compostaje orgánico de la empresa PROSAGRI con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015 ahora espacialmente la investigación se limita a la planta de producción de PROSAGRI en Pujilí en Cotopaxi entonces según el cronograma establecido, se espera que su ejecución ocurra en un plazo de unos cinco meses.

Ahora bien, el alcance incluye la evaluación del proceso actual, la planificación del proceso con una perspectiva basada en procesos, de hacer los componentes del sistema de gestión de calidad y la valoración de esa implementación según los objetivos concretos

establecidos entonces el análisis incluye al personal de la empresa que participa en el proceso de producción como por ejemplo los técnicos, operarios y personal administrativo, como la población, utilizando un enfoque censal.

Ahora como limitante aquí se centra en el diseño y la optimización del proceso de compostaje y no incluye la obtención de la certificación oficial de la norma ISO 9001:2015, que es una etapa siguiente a la auditoría externa incluso además no incluye la valoración de todos los procesos de la organización empresarial, sino pues solamente el proceso de producción del compost entonces los resultados son aplicables al contexto particular de PROSAGRI, sin perjuicio de su potencial replicabilidad en agroempresas de características similares.

1.7 Idea a defender

Dado el carácter descriptivo, propositivo y no experimental de la investigación, en la que no se manipulan deliberadamente las variables, se plantea una idea a defender en lugar de una hipótesis de comprobación estadística. La idea a defender se enuncia de la siguiente manera:

El diseño del proceso de elaboración de compostaje orgánico con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015 permite estandarizar, controlar y mejorar el proceso productivo de la empresa PROSAGRI, reduciendo la variabilidad del producto y fortaleciendo la gestión de la calidad, la trazabilidad y la competitividad de la organización.

1.8 Variables de investigación

Variable independiente

Diseño del proceso de elaboración de compostaje orgánico con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015. Esta variable corresponde a la aplicación estructurada de los

requisitos de la norma enfoque basado en procesos, pensamiento basado en riesgos y mejora continua sobre el proceso productivo.

Variable dependiente

Proceso de elaboración de compostaje orgánico. Esta variable comprende el conjunto de etapas, actividades y variables críticas (temperatura, humedad, tiempo de compostaje y relación carbono-nitrógeno) cuya estandarización, control y desempeño se busca optimizar, y de los cuales depende la calidad del producto final.

Operacionalización de variables

En la Tabla 1 se presenta la operacionalización de las variables de la investigación, en la que se definen las dimensiones, los indicadores y las técnicas e instrumentos asociados a cada una.

Tabla 1 *Operacionalización de variables*

Variable independiente Diseño del proceso con base en la norma ISO 9001:2015	Aplicación estructurada de los requisitos de la norma ISO 9001:2015 (enfoque basado en procesos, pensamiento basado en riesgos y mejora continua) para diseñar y estandarizar el proceso productivo.	Enfoque basado en procesos Gestión documental Pensamiento basado en riesgos Mejora continua	% de cumplimiento de requisitos ISO 9001:2015 N.° de procedimientos e instructivos documentados N.° de riesgos identificados y controlados Existencia de mapa y caracterización de procesos	Lista de verificación ISO 9001:2015 Matriz de riesgos Diagramas de flujo Revisión documental
Variable dependiente Proceso de elaboración de compostaje orgánico	Conjunto de etapas y actividades (acopio, armado de pilas, compostaje, zarandeo, empaque y despacho) que transforman residuos orgánicos en compost, cuya calidad depende del control de variables críticas.	Normalización del procedimiento Supervisión de variables fundamentales Eficiencia en las operaciones La calidad del producto	Número de etapas Humedad (%), temperatura (°C), duración del compostaje (días), frecuencia de volteo y proporción C/N Indicadores de productividad y eficiencia Conformidad del producto terminado	Guías de observación Registros y formatos de control Medidores de humedad y termómetros Estadística descriptiva

Nota. Elaboración propia con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015 (ISO, 2015).

CAPÍTULO II
MARCO REFERENCIAL

El presente capítulo desarrolla los fundamentos normativos y conceptuales que sustentan el diseño del proceso de elaboración de compostaje orgánico en la empresa Prosagri, cantón Pujilí, con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015. Se estructura en dos grandes apartados. El primero, el marco legal, expone de manera jerarquizada el conjunto de instrumentos jurídicos que, en el Ecuador, regulan la gestión de residuos orgánicos, el aprovechamiento mediante compostaje, la calidad del producto, la seguridad y salud ocupacional y las políticas nacionales de sostenibilidad. El segundo, el marco teórico, articula los constructos que orientan la investigación: las agroempresas y la sostenibilidad productiva, el compostaje orgánico, la gestión por procesos, la gestión de la calidad, la norma ISO 9001:2015 y la mejora continua en procesos agroempresariales.

La integración de ambos apartados responde a la naturaleza misma del objeto de estudio, en el que confluyen un proceso biológico el compostaje y un modelo de gestión el sistema de gestión de la calidad, los cuales deben desarrollarse dentro de un marco jurídico de cumplimiento obligatorio. De este modo, el capítulo provee el sustento necesario para las fases de diagnóstico, planificación, implementación y evaluación previstas en la metodología.

2.1. Marco legal

El ordenamiento jurídico ecuatoriano se organiza de manera jerárquica conforme al artículo 425 de la Constitución, que establece el siguiente orden de prelación: la Constitución, los tratados y convenios internacionales, las leyes orgánicas, las leyes ordinarias, las normas regionales y ordenanzas distritales, los decretos y reglamentos, las ordenanzas, los acuerdos y resoluciones, y los demás actos de los poderes públicos. Bajo esta lógica, la gestión ambiental y la valorización de residuos orgánicos se rigen por un entramado normativo

encabezado por la Constitución y desarrollado mediante códigos orgánicos, leyes orgánicas, reglamentos, normativa técnica y políticas públicas (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Para una agroempresa dedicada a la producción de compost, este marco define obligaciones de cumplimiento ambiental, sanitario, laboral y de calidad del producto que resultan determinantes para el diseño de sus procesos. La cláusula 8 de la norma ISO 9001:2015 exige, precisamente, identificar y cumplir los requisitos legales y reglamentarios aplicables al producto, por lo que el análisis del marco legal constituye un insumo directo del sistema de gestión de la calidad.

2.1.1. Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador (2008) es la norma suprema del ordenamiento jurídico y el fundamento del régimen ambiental nacional. En su artículo 14 reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad y el buen vivir (sumak kawsay), y declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. De manera concordante, el artículo 66, numeral 27, garantiza a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación.

El artículo 15 dispone que el Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, mandato directamente vinculado con prácticas como el compostaje. Un rasgo distintivo del texto constitucional ecuatoriano pionero en el mundo es el reconocimiento de los derechos de la naturaleza (artículos 71 a 74), que la consagran como sujeto de derechos a la restauración integral y al mantenimiento de sus ciclos vitales, estructura y procesos evolutivos.

El reconocimiento de la naturaleza como sujeto de derechos tiene implicaciones prácticas para las actividades productivas: toda persona, comunidad o institución puede exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza, y el Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas y a los colectivos para que protejan el ambiente. Para una agroempresa, ello supone que su licencia social y legal para operar depende de la prevención del daño ambiental, lo que convierte al cumplimiento ambiental en un componente estratégico y no meramente accesorio de la gestión.

En materia de suelo, los artículos 409 y 410 declaran de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, su protección frente a la degradación y la desertificación, y disponen que el Estado brindará apoyo a los agricultores para la conservación y recuperación de los suelos; el compost contribuye directamente a estos fines al aportar materia orgánica y restaurar la fertilidad. Por su parte, el artículo 415 establece que el Estado y los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de reducción, reciclaje y reutilización de desechos, mientras que el artículo 396 consagra la responsabilidad objetiva por daños ambientales y el artículo 276 vincula el régimen de desarrollo con la sostenibilidad ambiental. En conjunto, estos preceptos otorgan respaldo constitucional a la actividad de Prosagri, en tanto valoriza residuos orgánicos, protege el suelo y reduce la disposición final de desechos (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

2.1.2. Código Orgánico del Ambiente (COA)

El Código Orgánico del Ambiente (COA), publicado en el Registro Oficial Suplemento N.° 938 del 12 de abril de 2017 y vigente desde abril de 2018, es el cuerpo normativo que codifica y unifica la legislación ambiental ecuatoriana. Su objeto es garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza. El Código incorpora principios rectores como la responsabilidad integral que responsabiliza a quien genere o pueda generar impactos ambientales a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, la mejor tecnología disponible y las mejores prácticas ambientales, y el principio de que quien contamina paga (COA, 2017).

Para los fines de esta investigación resultan especialmente pertinentes las disposiciones relativas a la calidad ambiental y a la gestión integral de residuos y desechos. El artículo 27 atribuye a los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos la facultad de elaborar planes, programas y proyectos para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, y de generar normas y procedimientos para prevenirlos, aprovecharlos o eliminarlos. El artículo 225 establece, entre las políticas generales de la gestión integral de residuos, el manejo conforme a una jerarquización que prioriza la prevención, la minimización, el aprovechamiento y la valorización por encima de la disposición final. Bajo esta lógica, el compostaje se ubica como una alternativa de aprovechamiento y valorización de la fracción orgánica, plenamente alineada con la jerarquía establecida por el Código. Adicionalmente, el COA y su Reglamento (Decreto Ejecutivo N.° 752, 2019) regulan el régimen de autorizaciones administrativas ambientales certificado, registro y licencia ambiental exigibles según el nivel de impacto y riesgo de la actividad. En consecuencia, una planta de compostaje debe obtener la autorización ambiental que corresponda a su escala, cumplir las condiciones del Sistema Único de Manejo Ambiental y reportar su gestión a través del Sistema Único de Información Ambiental (COA, 2017).

El régimen de autorizaciones distingue tres categorías según el nivel de impacto: el certificado ambiental, para actividades de impacto no significativo; el registro ambiental, para actividades de bajo impacto; y la licencia ambiental, para proyectos de mediano o alto impacto. La categorización de una planta de compostaje dependerá de su capacidad de procesamiento y de las características de sus materias primas, lo que determinará los estudios y planes de manejo ambiental exigibles. Conocer con precisión la categoría aplicable a PROSAGRI es un requisito del capítulo 8 de la norma ISO 9001:2015, que obliga a determinar y cumplir los requisitos legales del producto y del proceso (COA, 2017; ISO, 2015).

2.1.3. Ley de Gestión Ambiental

La Ley de Gestión Ambiental (Ley N.° 37), promulgada en 1999, fue históricamente el principal instrumento legal en materia ambiental del país. Estructuró el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental, definió las competencias institucionales en la administración de los recursos naturales, sentó las bases de la evaluación de impacto ambiental y de los estudios ambientales, reguló la participación social en la gestión ambiental y reconoció mecanismos de protección de los derechos ambientales individuales y colectivos.

No obstante, es imprescindible precisar que dicha ley fue derogada de manera expresa por las disposiciones derogatorias del Código Orgánico del Ambiente, junto con la Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, la Ley que Protege a la Biodiversidad y otras normas afines (COA, 2017). En consecuencia, las materias que originalmente regulaba los principios de la gestión ambiental, el régimen de autorizaciones, la participación social y la responsabilidad por daños se encuentran actualmente subsumidas y desarrolladas en el COA y su Reglamento.

Su mención en este marco legal se justifica como antecedente normativo que permite comprender la evolución del derecho ambiental ecuatoriano, desde un modelo de leyes dispersas hacia un modelo codificado e integral. Sin embargo, la verificación del cumplimiento de la empresa PROSAGRI debe realizarse respecto del marco vigente el COA y no de la norma derogada, advertencia metodológicamente relevante para evitar la fundamentación del estudio en normativa sin vigencia (COA, 2017).

2.1.4. Normativa ecuatoriana sobre manejo de residuos orgánicos

El manejo de los residuos orgánicos se rige de manera principal por el Código Orgánico del Ambiente y por la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva (LOECI), publicada en el Registro Oficial Cuarto Suplemento N.° 488 del 6 de julio de 2021. La pertinencia de este marco se acentúa al considerar que, según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, la fracción orgánica representa aproximadamente el 59,62 % de los residuos sólidos generados en el país, lo que evidencia el enorme potencial de

aprovechamiento mediante compostaje y, a la vez, la magnitud del problema ambiental que su inadecuada gestión ocasiona (MAATE, 2023).

La LOECI tiene por objeto implementar principios de ecodiseño, producción y consumo sostenibles, disminuir la generación de residuos y fomentar su gestión integral e inclusiva, sobre la base de la jerarquía en el manejo de residuos y del principio de la cuna a la cuna. Esta ley es particularmente relevante para PROSAGRI porque define explícitamente al compostaje como la transformación de residuos orgánicos en materiales biológicamente estables aptos para su uso como fertilizante o sustrato de cultivo, y porque dispone la obligación de la ciudadanía y de los consumidores industriales de separar en la fuente y valorizar los residuos que generan (LOECI, 2021).

Su Reglamento General, expedido mediante Decreto Ejecutivo N.° 844 (2023), reitera que la gestión circular de los residuos fomentará de manera técnica el compostaje, la separación en la fuente, la recolección diferenciada y el aprovechamiento y valorización de residuos. Este conjunto normativo se complementa con las competencias municipales sobre el servicio público de gestión integral de residuos y con la Estrategia Nacional de Economía Circular Inclusiva, configurando un entorno institucional favorable a las iniciativas empresariales de compostaje (LOECI, 2021; Reglamento General a la LOECI, 2023).

2.1.5. Normativa relacionada con compostaje orgánico

Cuando el compost se destina a la comercialización como fertilizante o enmienda de suelo, su producción queda sujeta a la regulación fitosanitaria y de insumos agrícolas. La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (anteriormente Agrocalidad) es la autoridad nacional competente para el registro y control de fertilizantes, enmiendas de suelo y productos afines de uso agrícola. El Manual Técnico para el Registro y Control de Fertilizantes, Enmiendas de Suelo y Productos Afines de Uso Agrícola establece los requisitos técnicos, los parámetros de calidad y la documentación necesaria para registrar un producto, e incorpora como referencia la NTE INEN 211 (Fertilizantes y abonos:

Tolerancias) emitida por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (Agrocalidad, 2020; INEN, 2014).

El registro exige, entre otros requisitos, el registro previo del operador, un certificado de composición y vida útil, un informe de análisis de laboratorio que valide los parámetros del producto y un proyecto de etiqueta. Los parámetros de calidad típicamente verificados en un compost incluyen el contenido de materia orgánica y de nutrientes, la relación carbono-nitrógeno, el grado de madurez y estabilidad, el contenido de humedad, la ausencia de patógenos (como Salmonella spp. y coliformes fecales dentro de límites tolerados) y el contenido de metales pesados por debajo de los máximos permitidos.

Asimismo, el Instructivo de la Normativa General para Promover y Regular la Producción Orgánica-Ecológica-Biológica en el Ecuador define al compost como el producto resultante de la descomposición biológica por fermentación controlada de materiales orgánicos, y regula los insumos permitidos en la producción orgánica certificada. En conjunto, este marco implica que el diseño del proceso de elaboración de compost en PROSAGRI debe contemplar el control sistemático de parámetros de calidad e inocuidad como condición para el registro y la comercialización del producto, control que la norma ISO 9001:2015 permite estandarizar mediante procedimientos, registros e indicadores (Agrocalidad, 2020).

2.1.6. Norma ISO 9001:2015

La norma ISO 9001:2015, emitida por la Organización Internacional de Normalización, especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad cuando una organización necesita demostrar su capacidad para proporcionar de forma coherente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables, y aspira a aumentar la satisfacción del cliente mediante la mejora continua (ISO, 2015). Si bien se trata de una norma de adopción voluntaria y no de una disposición legal de cumplimiento obligatorio, su inclusión en el marco legal se justifica por dos razones.

En primer lugar, su cláusula 8 (Operación) y su enfoque general exigen identificar y cumplir los requisitos legales y reglamentarios aplicables al producto, lo que la vincula directamente con el marco ambiental, sanitario y laboral antes descrito; el sistema de gestión de la calidad opera, así, como un mecanismo que asegura el cumplimiento normativo. En segundo lugar, la certificación bajo esta norma otorgada por organismos acreditados constituye un requisito de mercado frecuentemente exigido por clientes institucionales y por cadenas de valor formales, por lo que adquiere efectos jurídico-contractuales relevantes para la competitividad de la empresa.

La norma se estructura sobre el enfoque a procesos, el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) y el pensamiento basado en riesgos. Para Prosagri, su adopción constituye el eje articulador de la presente investigación, pues ofrece un modelo internacionalmente reconocido para estandarizar, controlar y mejorar de manera continua el proceso de compostaje. Sus requisitos se desarrollan con mayor detalle en el apartado 2.2.5 del marco teórico (ISO, 2015).

El proceso de certificación implica la implementación del sistema, una auditoría interna, la revisión por la dirección y, luego, una auditoría de certificación realizada por un organismo acreditado, seguida de auditorías de seguimiento periódicas. La evidencia empírica indica que la adopción de la norma se asocia con mejoras en la estandarización de procesos, la reducción de errores y reprocesos, el aumento de la satisfacción del cliente y la apertura de mercados; no obstante, su implementación en pequeñas y medianas empresas enfrenta barreras como la falta de conocimientos, la resistencia al cambio y la limitación de recursos, lo que subraya la importancia del compromiso de la dirección y de la capacitación del personal (Amasifén et al., 2022; Puche et al., 2021).

2.1.7. Normativa de seguridad y salud ocupacional aplicable

La producción de compost a escala industrial implica la exposición de los trabajadores a riesgos físicos, biológicos, ergonómicos y mecánicos manejo de maquinaria pesada como tractores y volteadoras, polvo orgánico, bioaerosoles, ruido, vibraciones y manipulación de

cargas, por lo que el diseño del proceso debe integrar la gestión de la seguridad y salud en el trabajo. El marco aplicable parte del artículo 326, numeral 5, de la Constitución, que reconoce el derecho de toda persona a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.

Este derecho se desarrolla en el Código del Trabajo, en el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decisión 584 de la Comunidad Andina) y en su reglamento de aplicación (Resolución 957), así como en la normativa del Seguro General de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. En el plano reglamentario, el referente histórico fue el Decreto Ejecutivo N.° 2393 (Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, 1986).

En 2024 se expidió un nuevo Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decreto Ejecutivo N.° 255) que sustituyó al anterior, estructurando las obligaciones de los empleadores en función del número de trabajadores y del nivel de riesgo laboral (bajo, medio o alto), aunque algunas disposiciones técnicas del Decreto 2393 conservan vigencia de forma transitoria. De manera complementaria, la norma internacional ISO 45001:2018 ofrece un modelo de sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo de estructura armonizada con la ISO 9001:2015, lo que facilita su integración en un sistema de gestión común para PROSAGRI (Ministerio del Trabajo, 2024).

2.1.8. Plan Nacional de Desarrollo y políticas de sostenibilidad ambiental

La política pública nacional se articula en torno al Plan Nacional de Desarrollo, máximo instrumento de planificación del Estado conforme a los artículos 147 y 280 de la Constitución, al cual deben sujetarse las políticas, programas y proyectos públicos. El plan vigente, denominado Plan Nacional de Desarrollo “Ecuador No Se Detiene” 2025-2029, fue aprobado por el Consejo Nacional de Planificación en agosto de 2025 y se estructura en cinco ejes: Social; Económico, Productivo y Empleo; Ambiente, Agua, Energía y Conectividad; Institucional; y Riesgos (Secretaría Nacional de Planificación, 2025).

El eje de Ambiente, Agua, Energía y Conectividad se orienta a conservar y restaurar los recursos naturales renovables, a fomentar modelos de desarrollo sostenibles, bajos en emisiones y resilientes al cambio climático, y a promover la economía circular y la gestión integral de residuos. Estas prioridades se complementan, en el eje productivo, con el fortalecimiento de sistemas agroalimentarios y prácticas innovadoras que propendan a la sostenibilidad ambiental, ámbito en el que se inscribe la actividad de PROSAGRI.

El plan se encuentra alineado con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: la casi totalidad de sus metas se vincula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En este marco, el aprovechamiento de residuos orgánicos mediante compostaje contribuye de manera directa a los ODS 12 (producción y consumo responsables), 13 (acción por el clima), 8 (trabajo decente y crecimiento económico) y 9 (industria, innovación e infraestructura). La actividad de la empresa se inscribe, por tanto, en las prioridades de sostenibilidad ambiental y economía circular definidas por la política nacional, lo que refuerza la pertinencia social del estudio (Secretaría Nacional de Planificación, 2025).

Tabla 2 *Síntesis del marco legal aplicable al proceso de compostaje en Prosagri*

Instrumento	Ámbito	Relevancia para el proceso
Constitución (2008)	Ambiente sano, derechos de la naturaleza, suelo y residuos	Fundamento del aprovechamiento de residuos y protección del suelo
Código Orgánico del Ambiente (2017)	Gestión integral de residuos y autorización ambiental	Jerarquía que prioriza el aprovechamiento; permisos ambientales
LOECI (2021) y su Reglamento	Economía circular y valorización	Define y fomenta técnicamente el compostaje
Normativa Agrocalidad / NTE INEN 211	Registro y control de fertilizantes	Requisitos de calidad e inocuidad para comercializar el compost
Reglamento de SST (2024)	Seguridad y salud en el trabajo	Prevención de riesgos laborales en la planta
ISO 9001:2015	Sistema de gestión de la calidad	Modelo para estandarizar y mejorar el proceso
PND 2025-2029	Política pública y ODS	Alineación con sostenibilidad y economía circular

Nota. Elaboración propia a partir de la normativa ecuatoriana vigente.

Luego, el marco legal revisado evidencia que la actividad de PROSAGRI se desenvuelve en un entorno normativo que, lejos de limitarla, la respalda y la incentiva: la Constitución fundamenta el aprovechamiento de residuos y la protección del suelo; el COA y la LOECI priorizan la valorización de la fracción orgánica; la normativa de Agrocalidad fija las condiciones de calidad para comercializar el compost; la normativa de seguridad y

salud protege a los trabajadores; y la política nacional alinea la actividad con la sostenibilidad y la economía circular. El sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO 9001:2015 actúa como el mecanismo que asegura el cumplimiento articulado de todas estas exigencias. La Tabla 2 sintetiza este marco.

2.2. Marco teórico

El marco teórico integra los fundamentos conceptuales que sustentan el diseño del proceso de elaboración de compost orgánico con base en la norma ISO 9001:2015. Se organiza en seis ejes temáticos: las agroempresas y la sostenibilidad productiva, el compostaje orgánico, la gestión por procesos, la gestión de la calidad, la norma ISO 9001:2015 y la mejora continua en procesos agroempresariales. Estos ejes convergen en la premisa central de la investigación: que un proceso biológico variable como el compostaje puede ser estandarizado, controlado y mejorado mediante la adopción de un sistema de gestión de la calidad.

2.2.1. Agroempresas y sostenibilidad productiva

2.2.1.1. Concepto de agroempresa

Una agroempresa es una unidad económica que articula la producción, transformación y comercialización de bienes y servicios de origen agropecuario, integrando criterios técnicos, administrativos y de mercado para generar valor agregado. A diferencia de la producción agrícola tradicional de subsistencia, la agroempresa adopta una lógica empresarial: planifica sus procesos, gestiona sus recursos, busca rentabilidad y se orienta a la satisfacción de un cliente. El concepto se inscribe en el campo más amplio de los agronegocios (agribusiness), que concibe a la agricultura como un sistema de cadenas de valor con múltiples eslabones, centradas en la satisfacción de la demanda del consumidor.

Una característica que distingue a las agroempresas es que la mayor parte de sus materias primas son productos perecederos, de calidad variable y, con frecuencia, disponibles solo en determinados períodos del año, lo que introduce una elevada variabilidad en sus

procesos. En el caso de PROSAGRI, esta condición empresarial se expresa en una operación técnica definida y en el uso de maquinaria especializada para transformar residuos orgánicos de calidad y composición heterogéneas en un abono comercializable y estandarizado, desafío que justifica la incorporación de herramientas de gestión de la calidad.

Las agroempresas pueden clasificarse según diversos criterios: por su tamaño, en micro, pequeñas, medianas y grandes; por su grado de transformación, en empresas de producción primaria, de primera transformación y de transformación avanzada; y por su orientación, en empresas dirigidas al mercado interno o a la exportación. PROSAGRI se ubica como una agroempresa de transformación que valoriza residuos orgánicos, con una estructura organizacional reducida que facilita la comunicación y la implementación de cambios, pero que a la vez demanda sistemas de gestión sencillos y adaptados a su escala, condición que la norma ISO 9001:2015 admite gracias a la flexibilidad de su información documentada.

2.2.1.2. Importancia del sector

El sector agroempresarial cumple un papel estratégico en la economía ecuatoriana y latinoamericana, al contribuir a la seguridad y la soberanía alimentaria, a la generación de empleo rural, al desarrollo territorial y a las exportaciones no petroleras. La agroindustria añade valor a la producción primaria, prolonga la vida útil de los productos y articula al pequeño productor con mercados más amplios y especializados, contribuyendo a la diversificación de la matriz productiva.

No obstante, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe ha advertido que numerosas organizaciones agroindustriales de la región presentan debilidades en la gestión de procesos y en la adopción de estándares internacionales, lo que limita su productividad y su inserción en mercados globales (CEPAL, 2021). Estas debilidades se traducen en variabilidad de la calidad, baja trazabilidad y escasa competitividad. En consecuencia, el fortalecimiento de la gestión de la calidad emerge como un factor crítico de

competitividad para el sector, especialmente en segmentos como la producción de abonos orgánicos, donde la confianza del cliente depende de la consistencia del producto.

2.2.1.3. Producción sostenible en agroempresas

La producción sostenible busca satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, equilibrando las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo. En el ámbito agroempresarial implica optimizar el uso de recursos, minimizar la generación de residuos, reducir los impactos sobre el suelo, el agua y la atmósfera, y promover condiciones laborales dignas. La sostenibilidad deja de ser un costo para convertirse en una fuente de ventaja competitiva, en la medida en que los mercados valoran cada vez más los atributos ambientales y sociales de los productos. El manejo adecuado del suelo es fundamental para la sostenibilidad agrícola y la seguridad alimentaria, pues incide directamente en la productividad y en la resiliencia de los sistemas productivos (Srivastava et al., 2024). Los abonos orgánicos como el compost contribuyen a la recuperación de la fertilidad, la estructura y la biodiversidad del suelo, reduciendo la dependencia de fertilizantes de síntesis y los costos asociados. De este modo, la producción de compost no solo es una actividad sostenible en sí misma, sino que habilita la sostenibilidad de otros sistemas agrícolas que utilizan el producto.

2.2.1.4. Economía circular y aprovechamiento de residuos orgánicos

La economía circular es un modelo de producción y consumo que plantea mantener los productos, materiales y recursos en uso durante el mayor tiempo posible, regenerando los sistemas naturales y evitando la generación de residuos desde el diseño, en contraposición al modelo lineal de extraer, producir y desechar. Este enfoque se ha consolidado como una estrategia clave para el desarrollo sostenible, también en el contexto ecuatoriano (Almeida & Díaz, 2020), y como un eje de desarrollo para los países latinoamericanos que buscan desacoplar el crecimiento económico de la presión sobre los recursos naturales (Da Costa Pimenta, 2022).

Operativamente, la economía circular se concreta a través de una jerarquía de estrategias frecuentemente sintetizada en las denominadas erres rechazar, repensar, reducir, reutilizar, reparar, restaurar, remanufacturar, reproponer, reciclar y recuperar, ordenadas de mayor a menor conservación del valor de los materiales. El compostaje se inscribe en las estrategias de aprovechamiento y recuperación de la fracción orgánica, posibilitando que los nutrientes contenidos en los residuos retornen al suelo en lugar de perderse en la disposición final. Esta jerarquía, recogida por la legislación ecuatoriana, ofrece un criterio para priorizar las decisiones de gestión de residuos en la agroempresa (LOECI, 2021).

El aprovechamiento de residuos orgánicos mediante compostaje constituye una de las aplicaciones más representativas de la economía circular, pues transforma un desecho en un recurso el compost que retorna al ciclo productivo agrícola, cerrando el ciclo biológico de los nutrientes (Ayilara et al., 2020). En el Ecuador, este enfoque se ha institucionalizado a través de la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva (2021) y del Libro Blanco de Economía Circular, que se articula en torno a la producción sostenible, el consumo responsable, la gestión integral de residuos y las políticas de financiamiento.

Diversas experiencias en el país y la región demuestran que la transformación de residuos vegetales y orgánicos en abono mediante compostaje genera valor económico, social y ambiental, especialmente cuando se desarrolla mediante alianzas público-privadas y modelos de negocio innovadores (Carvajal Romero et al., 2022). La actividad de PROSAGRI se inscribe directamente en este paradigma, al valorizar residuos orgánicos provenientes de actividades agroindustriales y reintroducirlos como abono al sistema productivo, contribuyendo a cerrar ciclos de materiales que de otro modo terminarían en disposición final (LOECI, 2021).

2.2.2. Compostaje orgánico

2.2.2.1. Definición y fundamentos del compostaje

El compostaje es un proceso de descomposición biológica controlada de materiales orgánicos en condiciones predominantemente aeróbicas, en el cual bacterias, hongos,

actinomicetos y otros microorganismos incluidos micro y macroinvertebrados transforman la materia orgánica en una sustancia estable, higienizada y rica en nutrientes denominada compost (Bernal et al., 2009). El proceso es esencialmente bioxidativo y exotérmico: la actividad microbiana libera energía en forma de calor, lo que eleva la temperatura de la masa y permite distinguir las distintas fases del proceso.

Más allá de la obtención del producto, el compostaje cumple funciones ambientales relevantes: reduce el volumen y el peso de los residuos, estabiliza la materia orgánica, destruye semillas de malezas y microorganismos patógenos, y reduce los olores asociados a la descomposición anaeróbica. El resultado es un producto con características similares al humus, que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y que puede aplicarse como enmienda orgánica o fertilizante (Sayara et al., 2020). La comprensión de estos fundamentos biológicos es la base para definir los puntos de control del proceso dentro del sistema de gestión de la calidad.

La transformación de la materia orgánica es obra de una sucesión de comunidades microbianas que se relevan a medida que cambian las condiciones del medio. En las fases iniciales predominan bacterias y hongos mesófilos que degradan los compuestos solubles; al elevarse la temperatura, los reemplazan bacterias termófilas y actinomicetos, capaces de descomponer la celulosa y la lignina; y en la maduración reaparecen organismos mesófilos junto con la mesofauna del suelo. Esta sucesión explica por qué el control de la temperatura, la humedad y la aireación resulta determinante: dichas variables regulan qué poblaciones microbianas se desarrollan y, por tanto, la eficiencia y la inocuidad del proceso (Bernal et al., 2009).

2.2.2.2. Tipos de compostaje

Los sistemas de compostaje pueden clasificarse, de manera general, en sistemas abiertos y sistemas cerrados (Haug, 2000). Los sistemas abiertos se desarrollan al aire libre e incluyen, principalmente, las pilas o hileras (windrows) que se voltean periódicamente para favorecer la aireación y la homogeneización, y las pilas estáticas aireadas, en las que el

oxígeno se suministra mediante sistemas de inyección o succión de aire. Los sistemas cerrados o de reactor (in-vessel) realizan el proceso en contenedores, túneles o tambores que permiten un control más preciso de la temperatura, la humedad y la aireación, a costa de una mayor inversión.

Atendiendo a otros criterios, se distingue el compostaje mesófilo del termófilo según la temperatura predominante, y el compostaje microbiano del vermicompostaje, este último basado en la acción de lombrices (principalmente Eisenia foetida) que aceleran la fragmentación y transformación del material. La elección del sistema depende del volumen de residuos, la disponibilidad de espacio y maquinaria, las condiciones climáticas y los requerimientos de calidad. La operación de Prosagri, basada en el armado y volteo de pilas con tractores y volteadoras, corresponde a un sistema abierto de hileras volteadas, ampliamente utilizado a escala industrial por su flexibilidad y menor costo.

2.2.2.3. Beneficios del compostaje orgánico

El compostaje genera beneficios ambientales, agronómicos, económicos y sociales. En lo ambiental, reduce el volumen de residuos destinados a relleno sanitario, disminuye las emisiones de metano asociadas a la descomposición anaeróbica de la materia orgánica en los vertederos y evita la contaminación de suelos y aguas por lixiviados (Ayilara et al., 2020). Considerando que la fracción orgánica representa cerca del 60 % de los residuos generados en el Ecuador, su aprovechamiento mediante compostaje tiene un impacto potencial considerable sobre la gestión nacional de residuos (MAATE, 2023).

En relación con el cambio climático, la disposición de residuos orgánicos en rellenos sanitarios y botaderos genera metano, un gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento muy superior al del dióxido de carbono. Al desviar la fracción orgánica hacia un proceso aeróbico controlado, el compostaje reduce significativamente estas emisiones y, además, favorece la captura de carbono en el suelo al incorporar materia orgánica estable. De este modo, la actividad de PROSAGRI contribuye a las metas nacionales de mitigación del

cambio climático y a los compromisos del país en el marco de la Agenda 2030 (Ayilara et al., 2020; Secretaría Nacional de Planificación, 2025).

En lo agronómico, el compost aporta materia orgánica y nutrientes de liberación lenta, mejora la estructura, la porosidad, la retención de humedad y la capacidad de intercambio catiónico del suelo, y estimula su actividad biológica, lo que se traduce en una mayor productividad y resiliencia de los cultivos. En lo económico, ofrece un producto comercializable, reduce la dependencia de insumos externos y puede generar empleo. En lo social, fomenta la conciencia ambiental y la corresponsabilidad en la gestión de residuos. Una planta de compostaje bien gestionada debe, además, comportarse como un buen vecino que contribuye al cuidado del medio ambiente, lo que exige el control de olores, lixiviados y vectores (Epstein, 2011).

2.2.2.4. Materias primas para el compostaje

Las materias primas del compostaje se agrupan, funcionalmente, en materiales ricos en carbono (fuentes de energía, como restos vegetales secos, paja, aserrín, virutas de madera o poda) y materiales ricos en nitrógeno (fuentes de proteína, como estiércoles, residuos de cosecha verdes, restos de alimentos o lodos). La combinación adecuada de ambos determina la relación carbono-nitrógeno inicial de la mezcla, parámetro clave que condiciona la velocidad y la eficiencia del proceso.

Además de la composición química, importan las propiedades físicas de los materiales tamaño de partícula, porosidad y densidad, que influyen en la aireación y en la retención de humedad. La selección y caracterización de las materias primas en la etapa de acopio condiciona de forma directa la calidad del producto final y la inocuidad del compost, por lo que constituye un punto crítico de control en el diseño del proceso. La trazabilidad de los insumos su origen, composición y cantidad resulta esencial para garantizar la consistencia del producto y para cumplir los requisitos de registro del fertilizante (Sayara et al., 2020; Agrocalidad, 2020).

2.2.2.5. Etapas del proceso de compostaje

Desde el punto de vista biológico, el compostaje atraviesa cuatro fases sucesivas. La fase mesófila inicial (aproximadamente 20-40 °C) corresponde a la colonización y multiplicación de microorganismos que degradan los compuestos más sencillos, como azúcares y aminoácidos, con la consiguiente elevación de la temperatura. La fase termófila (45-70 °C) se caracteriza por la actividad de microorganismos termófilos que descomponen moléculas complejas celulosa, lignina y proteínas y aseguran la higienización del material mediante la destrucción de patógenos, larvas y semillas de malezas.

La fase de enfriamiento sobreviene al agotarse las fuentes fácilmente degradables: la temperatura desciende, los microorganismos mesófilos recolonizan el material y continúa la degradación de los compuestos más resistentes. Luego, la fase de maduración estabiliza el material, forma sustancias húmicas y reduce la fitotoxicidad, dando lugar a un compost maduro y apto para su uso (Sayara et al., 2020). Desde el punto de vista operativo, en una agroempresa como PROSAGRI estas fases se materializan en etapas tales como el acopio y caracterización de materias primas, el armado de pilas, el compostaje con volteos periódicos, el zarandeo o tamizado, el empaque y el despacho, secuencia que constituye la cadena de valor sobre la cual se aplicará el enfoque por procesos de la norma ISO 9001:2015.

2.2.2.6. Variables críticas del proceso de compostaje

El éxito del compostaje depende del control de un conjunto de variables interdependientes. Las principales son la temperatura, la humedad, la aireación o disponibilidad de oxígeno, la relación carbono-nitrógeno, el pH y el tamaño de partícula. Estas variables no actúan de forma aislada, sino que se influyen mutuamente: por ejemplo, un exceso de humedad desplaza el oxígeno y favorece la anaerobiosis, mientras que una relación carbono-nitrógeno inadecuada altera la temperatura y la velocidad del proceso. Su monitoreo y ajuste continuo permiten mantener la actividad microbiana en condiciones

óptimas, acelerar la transformación y garantizar la inocuidad del compost. La Tabla 3 resume los rangos de referencia de estas variables.

Tabla 3 *Variables críticas del proceso de compostaje y rangos de referencia*

Variable	Rango de referencia	Efecto del desequilibrio
Temperatura	45-70 °C en fase termófila	Por debajo, deficiente higienización; por encima, inhibición microbiana
Humedad	40-60 %	Baja: ralentiza el proceso; alta: desplaza el oxígeno y favorece la anaerobiosis
Relación C/N inicial	25:1 a 35:1	Alta: proceso lento; baja: pérdida de nitrógeno como amoníaco y malos olores
Aireación / O_2	> 5 % de oxígeno en la masa	Insuficiente: condiciones anaerobias y putrefacción
pH	6,5 a 8,5 (tiende a neutro al madurar)	Valores extremos limitan la actividad de los microorganismos
Tamaño de partícula	1 a 5 cm	Muy fino: compactación; muy grueso: degradación lenta

Nota. Elaboración propia a partir de Bernal et al. (2009) y Sayara et al. (2020).

2.2.2.7. Control y monitoreo del compostaje

El control y monitoreo consiste en la medición sistemática de las variables críticas a lo largo del proceso y en la ejecución de acciones correctivas oportunas, tales como el volteo de pilas para airear y homogeneizar, el riego para corregir la humedad o el reajuste de la mezcla para equilibrar la relación carbono-nitrógeno. La frecuencia de medición y de volteo depende de la fase del proceso y de los valores observados, y debe documentarse para asegurar la trazabilidad del lote.

El registro periódico de temperatura, humedad y tiempo permite verificar el cumplimiento de las condiciones de higienización y la maduración del compost, esta última evaluada mediante indicadores como la estabilización de la temperatura cerca de la temperatura ambiente, el descenso de la relación carbono-nitrógeno por debajo de 20:1 y pruebas de fitotoxicidad sobre la germinación de semillas (Sayara et al., 2020). Este componente de control es precisamente el que la norma ISO 9001:2015 permite sistematizar mediante procedimientos documentados, instructivos de operación, formatos de registro e indicadores de desempeño, transformando un control empírico en un control planificado y verificable.

2.2.3. Gestión por procesos

2.2.3.1. Conceptualización de procesos

Un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales utilizan entradas para proporcionar un resultado previsto, transformando dichas entradas en salidas que aportan valor (ISO, 2015). Todo proceso posee elementos identificables: entradas (insumos, información), salidas (productos, servicios), recursos (personas, infraestructura, equipos), controles (requisitos, parámetros, procedimientos), responsables e indicadores. La identificación de estos elementos permite gestionar el proceso de manera consciente y mejorable.

En el caso del compostaje, las entradas son las materias primas orgánicas, el agua y la energía; las salidas son el compost terminado y, eventualmente, subproductos o rechazos del zarandeo; los controles corresponden a las variables críticas y a los requisitos de calidad; y los recursos comprenden la maquinaria, el personal, la infraestructura y los instrumentos de medición. Concebir el compostaje como un proceso y no como una sucesión de tareas aisladas es el primer paso para su gestión y mejora sistemática.

2.2.3.2. Enfoque basado en procesos

El enfoque basado en procesos consiste en la definición y gestión sistemática de los procesos y de sus interacciones, con el fin de alcanzar los resultados previstos conforme a la política de la calidad y a la dirección estratégica de la organización. La comprensión y gestión de los procesos interrelacionados como un sistema contribuye a la eficacia y eficiencia de la organización en el logro de sus resultados, al permitir controlar las interrelaciones e interdependencias entre los procesos y mejorar el desempeño global (ISO, 2015).

Este enfoque, que constituye uno de los siete principios de la gestión de la calidad y uno de los pilares de la norma ISO 9001:2015, opera en conjunto con el ciclo PHVA y el pensamiento basado en riesgos. Aplicado a Prosagri, permite visualizar el compostaje no como una secuencia aislada de operaciones, sino como un sistema de procesos vinculados

desde el acopio hasta el despacho, articulados con procesos de apoyo como mantenimiento y compras y con procesos estratégicos como la planificación de la calidad gestionables de manera integral y orientados a la satisfacción del cliente.

2.2.3.3. Mapeo y caracterización de procesos

El mapeo de procesos representa gráficamente la secuencia articulada de actividades que dan cumplimiento a la función principal de la organización, distinguiendo habitualmente entre procesos estratégicos o gobernantes, procesos operativos o misionales y procesos de apoyo o habilitantes (Pico & Burgos, 2022). El mapa de procesos ofrece una visión sistémica de la organización y facilita la identificación de las interacciones y de los clientes internos y externos de cada proceso.

La caracterización de procesos, por su parte, documenta para cada proceso su objetivo, alcance, entradas, proveedores, salidas, clientes, responsables, recursos, controles, requisitos legales e indicadores, frecuentemente bajo el esquema proveedor-entrada-proceso-salida-cliente (SIPOC). Herramientas como el diagrama de flujo, la ficha de caracterización y la matriz SIPOC permiten estandarizar el conocimiento del proceso y constituyen insumos directos para la información documentada exigida por la norma. Para el proceso de compostaje, el mapeo y la caracterización harán explícitas las etapas, sus responsables y los puntos de control, sentando las bases de la estandarización.

2.2.3.4. Indicadores de gestión

Los indicadores de gestión son expresiones cuantitativas que permiten medir el comportamiento y el desempeño de un proceso y compararlo con metas establecidas, posibilitando la toma de decisiones basada en evidencia, principio central de la norma ISO 9001:2015. Un indicador bien diseñado debe ser pertinente, medible, alcanzable y oportuno, y debe contar con una fórmula de cálculo, una meta, una frecuencia de medición y un responsable. Los indicadores se clasifican comúnmente en indicadores de eficacia (logro de resultados), eficiencia (uso de recursos) y efectividad (impacto).

Para el proceso de compostaje resultan pertinentes indicadores como el tiempo de maduración por lote, el rendimiento (toneladas de compost por tonelada de materia prima procesada), el porcentaje de lotes conformes con los parámetros de calidad, el número de no conformidades, el cumplimiento del cronograma de volteos o la satisfacción del cliente. Estos indicadores hacen operativo el seguimiento del desempeño y permiten detectar desviaciones, fundamentar acciones de mejora y demostrar objetivamente la evolución del proceso (Amasifén et al., 2022).

2.2.3.5. Estandarización de procesos

La estandarización consiste en definir, documentar y aplicar de manera uniforme la mejor forma conocida de ejecutar un proceso, con el fin de reducir la variabilidad, asegurar la repetibilidad de los resultados, preservar el conocimiento organizacional y facilitar la capacitación, el control y la mejora. Un proceso estandarizado se convierte en una base estable sobre la cual es posible identificar desviaciones y construir mejoras; sin estándar, la mejora carece de referencia.

En procesos biológicos como el compostaje, cuya variabilidad inherente proviene de la heterogeneidad de las materias primas y de las condiciones ambientales, la estandarización mediante procedimientos, instructivos y registros es especialmente valiosa para garantizar la consistencia del producto y la trazabilidad del proceso (Pico & Burgos, 2022). La estandarización no elimina la flexibilidad necesaria para responder a la variabilidad biológica, sino que la encauza mediante criterios documentados de decisión, por ejemplo, cuándo voltear o regar según los valores medidos, conciliando control y adaptabilidad.

Estrechamente ligada a la estandarización se encuentra la trazabilidad, entendida como la capacidad de seguir el histórico, la aplicación o la localización de un producto a lo largo de la cadena de producción mediante registros. En el compostaje, la trazabilidad permite vincular cada lote de compost con el origen y la composición de sus materias primas, con las mediciones de los parámetros durante el proceso y con los resultados de los análisis del producto final.

Esta capacidad resulta esencial para identificar las causas de las no conformidades, para responder ante reclamos del cliente y para cumplir los requisitos de registro del fertilizante, y se sustenta en la información documentada que exige la norma ISO 9001:2015 (ISO, 2015; Agrocalidad, 2020).

2.2.4. Gestión de calidad

2.2.4.1. Evolución histórica de la calidad

El concepto de calidad ha evolucionado a lo largo del tiempo a través de etapas sucesivas. La inspección, predominante hasta inicios del siglo XX, se centraba en detectar y separar los productos defectuosos al final de la línea de producción. El control estadístico de la calidad, impulsado por autores como Shewhart, introdujo herramientas estadísticas para vigilar y controlar la variabilidad de los procesos. El aseguramiento de la calidad amplió el foco hacia la prevención de los defectos mediante sistemas documentados y procedimientos.

Luego, la gestión de la calidad total (TQM) y la gestión estratégica de la calidad conciben la calidad como una responsabilidad de toda la organización, orientada a la satisfacción del cliente y a la mejora continua (Puche et al., 2021). El paradigma actual, internacionalmente conocido como gestión de la calidad, enfatiza el liderazgo, el conocimiento de los intereses de la sociedad, la implicación de todos los trabajadores en la obtención de los resultados y la medición y mejora continua del desempeño institucional (Gualpa, 2015). Esta evolución refleja el tránsito desde un control reactivo del producto hacia una gestión proactiva del sistema.

Esta evolución estuvo marcada por las contribuciones de diversos referentes de la calidad. Edwards Deming difundió el ciclo de mejora continua y los principios de la gestión basada en datos; Joseph Juran aportó la trilogía de la calidad planificación, control y mejora y el concepto de adecuación al uso; Philip Crosby promovió la idea de cero defectos y de la calidad como cumplimiento de requisitos; Kaoru Ishikawa desarrolló los círculos de calidad y las herramientas básicas; y Armand Feigenbaum acuñó el control total de la calidad. Estos

aportes constituyen el fundamento conceptual sobre el cual se erigen las normas ISO 9000 y la disciplina contemporánea de la gestión de la calidad (Puche et al., 2021).

2.2.4.2. Conceptos y principios de la calidad

La calidad puede definirse como el grado en que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos establecidos. La gestión de la calidad comprende, en consecuencia, las actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad, incluyendo el establecimiento de políticas y objetivos, la planificación, el aseguramiento, el control y la mejora.

La norma ISO 9000, base conceptual de la ISO 9001:2015, sustenta esta disciplina en siete principios de gestión de la calidad: enfoque al cliente, liderazgo, compromiso de las personas, enfoque a procesos, mejora, toma de decisiones basada en la evidencia y gestión de las relaciones. Estos principios no son meramente declarativos, sino que orientan la interpretación de los requisitos y el diseño del sistema, y son coherentes con las necesidades de una organización que busca estandarizar y mejorar su proceso productivo (Puche et al., 2021).

2.2.4.3. Sistemas de gestión de la calidad

Un sistema de gestión de la calidad (SGC) es un enfoque estructurado y organizado para gestionar todos los aspectos de la calidad dentro de una organización, que proporciona un marco para planificar, monitorear, controlar y mejorar los procesos con el objetivo de asegurar que los productos y servicios cumplan los requisitos del cliente y los reglamentarios. Un SGC integra la política y los objetivos de la calidad, la estructura organizativa, los procesos, los procedimientos y los recursos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

Un SGC basado en la norma ISO 9001:2015 orienta y fortalece el control sobre los procesos productivos, estimula el incremento de la producción y favorece la innovación y la mejora continua, garantizando la calidad de los productos y servicios y alineando a la

organización con el cumplimiento de sus metas y objetivos misionales (Amasifén et al., 2022). Para Prosagri, la implementación de un SGC representa la transición desde una operación basada en la experiencia hacia una gestión documentada, medible y mejorable, capaz de sostener la confianza del cliente y el cumplimiento normativo.

2.2.4.4. Mejora continua

La mejora continua es el principio según el cual las organizaciones exitosas mantienen un enfoque permanente hacia la mejora de su desempeño, como condición para sostener sus resultados, reaccionar ante los cambios internos y externos y crear nuevas oportunidades (ISO, 2015). No se trata de un acto único, sino de un proceso permanente basado en observar, aprender y ajustar.

En la práctica, la mejora continua se materializa mediante la identificación sistemática de oportunidades, el análisis de las causas de los problemas, la implementación de acciones correctivas y de mejora, y la evaluación de sus resultados, sustentándose en herramientas de análisis y en la participación del personal. La mejora puede adoptar la forma de corrección, acción correctiva, mejora incremental, cambio abrupto o innovación. Su instrumento metodológico por excelencia es el ciclo PHVA, descrito a continuación.

2.2.4.5. Ciclo PHVA

El ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), también conocido como ciclo de Deming, es la herramienta metodológica que estructura la mejora continua y que constituye el eje operativo de la norma ISO 9001:2015. Más que una secuencia de pasos, representa un enfoque de pensamiento sistémico y estratégico que permite a la organización asegurar que sus procesos cuenten con recursos suficientes y se gestionen adecuadamente, y que las oportunidades de mejora se determinen y se actúe en consecuencia (ISO, 2015). La Figura 1 representa el ciclo y sus cuatro etapas.

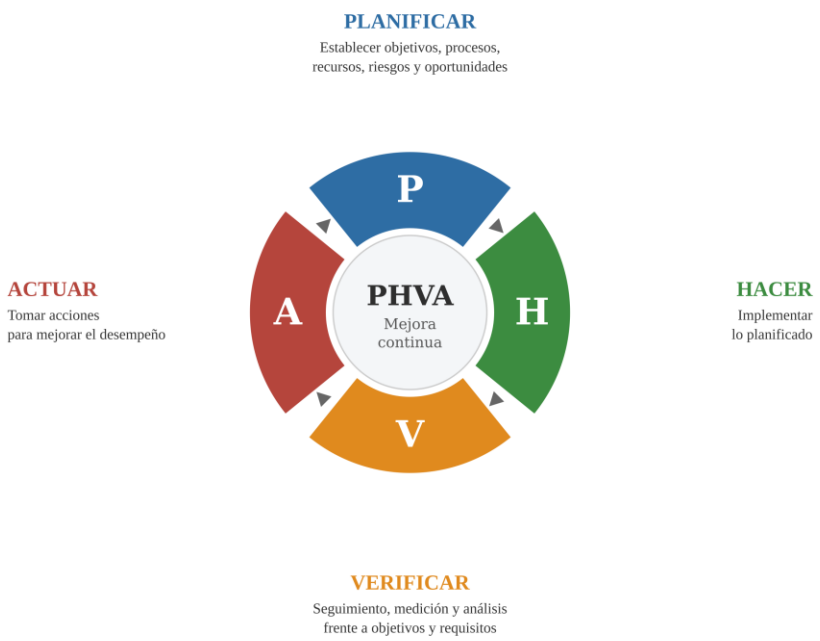


Figura 1 *El ciclo PHVA como base de la mejora continua en la norma ISO 9001:2015*
Nota. Elaboración propia a partir de la norma ISO 9001:2015 (ISO, 2015).

En la etapa de Planificar se establecen los objetivos del sistema y de sus procesos, los recursos necesarios para generar resultados de acuerdo con los requisitos del cliente, y se identifican y abordan los riesgos y oportunidades. En Hacer se implementa lo planificado. En Verificar se realiza el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto de las políticas, los objetivos y los requisitos, y se informan los resultados. En Actuar se emprenden acciones para mejorar el desempeño según sea necesario (ISO, 2015).

Aplicado al proceso de compostaje de Prosagri, el ciclo PHVA permite planificar el proceso conforme a la norma y a los parámetros técnicos, ejecutarlo bajo procedimientos estandarizados, verificar el cumplimiento de los parámetros de calidad mediante indicadores y registros, y actuar sobre las desviaciones detectadas mediante acciones correctivas y de mejora. De este modo, el PHVA articula las cuatro fases metodológicas de la investigación diagnóstico, planificación, implementación y evaluación con la lógica de la mejora continua.

2.2.5. Norma ISO 9001:2015

2.2.5.1. Generalidades de la norma ISO 9001:2015

La norma ISO 9001:2015 es la quinta edición del estándar internacional de sistemas de gestión de la calidad y la más adoptada en el mundo, con cientos de miles de organizaciones certificadas en todos los sectores y tamaños. Adopta la denominada estructura de alto nivel (Anexo SL), común a las normas de sistemas de gestión, organizada en diez capítulos. Los tres primeros (objeto y campo de aplicación, referencias normativas, términos y definiciones) son introductorios, mientras que los capítulos 4 a 10 contienen los requisitos auditables y certificables.

Esta estructura de alto nivel facilita la integración con otras normas de sistemas de gestión, como la ISO 14001 (gestión ambiental) y la ISO 45001 (seguridad y salud en el trabajo), lo que resulta especialmente ventajoso para una agroempresa cuyo proceso involucra simultáneamente dimensiones de calidad, ambientales y laborales. La edición 2015 introdujo cambios significativos respecto de la versión 2008, entre ellos el énfasis en el contexto de la organización, el liderazgo, el pensamiento basado en riesgos y la flexibilización de la documentación (ISO, 2015).

La familia de normas ISO 9000 tiene su origen en la norma británica BS 5750 y fue publicada por primera vez por la Organización Internacional de Normalización en 1987, con revisiones posteriores en 1994, 2000, 2008 y 2015. La revisión del año 2000 introdujo el enfoque a procesos y la orientación al cliente, marcando un giro desde el aseguramiento documental hacia la gestión del desempeño; la edición 2015 profundizó esa orientación al incorporar el contexto de la organización y el pensamiento basado en riesgos. La norma ISO 9001 establece los requisitos certificables, mientras que la ISO 9000 define los fundamentos y el vocabulario, y la ISO 9004 ofrece directrices para el éxito sostenido; en conjunto conforman el marco de referencia internacional de la gestión de la calidad (Puche et al., 2021).

2.2.5.2. Principios de gestión de la calidad

La norma se fundamenta en los siete principios de la gestión de la calidad descritos en la ISO 9000. El enfoque al cliente busca cumplir y superar sus expectativas; el liderazgo establece la unidad de propósito y dirección; el compromiso de las personas reconoce que la competencia y la implicación del personal son esenciales; el enfoque a procesos gestiona las actividades como procesos interrelacionados; la mejora mantiene un enfoque continuo hacia el perfeccionamiento; la toma de decisiones basada en la evidencia se apoya en el análisis de datos; y la gestión de las relaciones procura el beneficio mutuo con las partes interesadas.

Estos principios orientan tanto la interpretación de los requisitos como el diseño del sistema, y son coherentes con las necesidades de una organización que busca estandarizar y mejorar su proceso productivo (ISO, 2015; Puche et al., 2021). En el contexto de Prosagri, el enfoque al cliente se traduce en la consistencia y calidad del compost; el liderazgo, en el compromiso de la dirección; el enfoque a procesos y la toma de decisiones basada en evidencia, en el control documentado de las variables del compostaje.

2.2.5.3. Enfoque basado en riesgos

Una de las principales novedades de la edición 2015 es la incorporación explícita del pensamiento basado en riesgos, que reemplaza el concepto de acciones preventivas de versiones anteriores y vuelve preventiva a la propia norma. Este enfoque exige a la organización determinar los riesgos y oportunidades que pueden afectar la conformidad de los productos y servicios y la capacidad de aumentar la satisfacción del cliente, y planificar e implementar acciones proporcionadas para abordarlos (ISO, 2015).

En el proceso de compostaje, los riesgos incluyen la variabilidad y la posible contaminación de las materias primas, las desviaciones de temperatura, humedad o aireación, la presencia de patógenos o metales pesados por encima de los límites, las fallas de

maquinaria y los incumplimientos legales. Estos riesgos pueden identificarse, analizarse y priorizarse mediante matrices de riesgos que evalúan su probabilidad e impacto, en coherencia con la metodología de la investigación, y abordarse mediante controles preventivos documentados. El enfoque basado en riesgos convierte la gestión de la incertidumbre inherente a un proceso biológico en una actividad planificada.

El pensamiento basado en riesgos no se limita a las amenazas, sino que abarca también las oportunidades, entendidas como situaciones favorables para alcanzar mejores resultados: por ejemplo, la incorporación de nuevas materias primas disponibles localmente, la mejora de la eficiencia mediante el ajuste de la frecuencia de volteo, o el acceso a nuevos mercados a partir de la certificación del producto. Identificar y aprovechar estas oportunidades, además de mitigar los riesgos, permite que el sistema de gestión de la calidad contribuya no solo a la conformidad, sino también a la innovación y al crecimiento de la agroempresa (ISO, 2015).

2.2.5.4. Información documentada

La norma sustituye los términos documentos y registros por el concepto unificado de información documentada, y distingue entre la información que la organización debe mantener (procedimientos, instructivos, fichas de proceso, que describen cómo operar) y la que debe conservar (registros que evidencian que las actividades se realizaron y los resultados obtenidos). La edición 2015 flexibilizó la extensión y el soporte de la documentación, dejando a criterio de la organización el alcance necesario según su tamaño, la complejidad de sus procesos y la competencia de su personal.

La información documentada constituye el soporte de la estandarización, la trazabilidad y la verificación del proceso, y es el medio a través del cual el conocimiento tácito de los operarios se convierte en conocimiento explícito y transferible. Para PROSAGRI, su desarrollo implica elaborar el procedimiento del proceso de compostaje, instructivos de operación de cada etapa, formatos de control de parámetros, fichas de caracterización y registros de producción que permitan demostrar la conformidad del

producto y respaldar el registro del fertilizante ante la autoridad competente (ISO, 2015; Agrocalidad, 2020).

2.2.5.5. Requisitos de la norma ISO 9001:2015 aplicables al compostaje

Los requisitos auditables de la norma se distribuyen en los capítulos 4 a 10 y se articulan con el ciclo PHVA: el capítulo 4 (contexto) y los capítulos 5 a 7 corresponden a la planificación y al apoyo; el capítulo 8 a la ejecución; el capítulo 9 a la verificación; y el capítulo 10 a la actuación para la mejora. La Tabla 4 sintetiza cada capítulo y su aplicación específica al proceso de elaboración de compost orgánico en Prosagri, y a continuación se describe cada uno.

Tabla 4 *Requisitos de la norma ISO 9001:2015 (capítulos 4-10) aplicados al proceso de compostaje*

Capítulo / Requisito	Aplicación al proceso de elaboración de compost
4. Contexto de la organización	Determinar cuestiones internas y externas, partes interesadas (clientes, GAD, Agrocalidad, comunidad) y el alcance del SGC; definir el proceso de compostaje y sus interacciones.
5. Liderazgo	Compromiso de la dirección, política de la calidad y asignación de roles, responsabilidades y autoridades en la planta de compostaje.
6. Planificación	Identificar riesgos y oportunidades del proceso (variabilidad de insumos, desviaciones de parámetros) y establecer objetivos de la calidad medibles.
7. Apoyo	Provisión de recursos, competencia y toma de conciencia del personal, infraestructura, maquinaria calibrada e información documentada.
8. Operación	Control operacional de las etapas de acopio, armado de pilas, compostaje, zarandeo, empaque y despacho; control de parámetros críticos y de la salida no conforme; cumplimiento de requisitos legales.
9. Evaluación del desempeño	Seguimiento y medición mediante indicadores, satisfacción del cliente, auditorías internas y revisión por la dirección.
10. Mejora	Gestión de no conformidades y acciones correctivas, y mejora continua del proceso de compostaje.

Nota. Elaboración propia a partir de la norma ISO 9001:2015 (ISO, 2015).

Contexto de la organización. El capítulo 4 requiere comprender la organización y su contexto interno y externo, las necesidades y expectativas de las partes interesadas, y la determinación del alcance del sistema de gestión de la calidad, así como establecer el proceso de compostaje y sus interacciones. Para Prosagri, esto implica analizar factores como el mercado de abonos, el marco legal ambiental y las expectativas de sus clientes.

Liderazgo. El capítulo 5 exige el liderazgo y compromiso de la alta dirección, el establecimiento de una política de la calidad coherente con el contexto y la dirección estratégica, y la asignación clara de roles, responsabilidades y autoridades. El compromiso de la gerencia es condición indispensable para el éxito del sistema.

Planificación. El capítulo 6 demanda planificar acciones para abordar los riesgos y oportunidades, definir objetivos de la calidad medibles y coherentes con la política, y planificar los cambios de manera controlada. Aquí se inscribe la elaboración de la matriz de riesgos del proceso de compostaje.

Apoyo. El capítulo 7 abarca los recursos (personas, infraestructura, ambiente para la operación de los procesos y recursos de seguimiento y medición, como termómetros y medidores de humedad), la competencia, la toma de conciencia, la comunicación y la información documentada.

Operación. El capítulo 8 constituye el núcleo productivo: requiere la planificación y el control operacional, la determinación y revisión de los requisitos del producto, el diseño de los controles de cada etapa, el control de los proveedores de insumos y el control de las salidas no conformes.

Evaluación del desempeño. El capítulo 9 establece el seguimiento, la medición, el análisis y la evaluación del desempeño, incluida la satisfacción del cliente, así como la realización de auditorías internas y la revisión por la dirección, mecanismos que retroalimentan la mejora.

Mejora. El capítulo 10 cierra el ciclo exigiendo la gestión de las no conformidades y las acciones correctivas y la mejora continua de la idoneidad, adecuación y eficacia del sistema de gestión de la calidad, asegurando que el proceso de compostaje evolucione de manera sostenida.

2.2.6. Mejora continua en procesos agroempresariales

2.2.6.1. Herramientas de mejora continua

La mejora continua se apoya en un conjunto de herramientas de la calidad que facilitan el diagnóstico, el análisis de causas y la generación de soluciones. Entre las más empleadas se encuentran el diagrama de Ishikawa o causa-efecto, el diagrama de Pareto (que prioriza los problemas según el principio 80/20), los diagramas de flujo, las hojas de verificación, los histogramas, los diagramas de dispersión, las gráficas de control y la técnica de los cinco porqués, todas ellas integradas dentro del ciclo PHVA (Amasifén et al., 2022).

En el proceso de compostaje, estas herramientas permiten identificar las causas raíz de las desviaciones de parámetros, por ejemplo mediante el diagrama de Ishikawa aplicado a un lote con maduración deficiente, priorizar los problemas más frecuentes con el diagrama de Pareto y estructurar las acciones de mejora. Su aplicación sistemática transforma la resolución de problemas de una práctica intuitiva en un método estructurado y basado en datos, fortaleciendo la cultura de calidad de la organización.

Junto a las herramientas básicas, existen enfoques metodológicos más amplios de mejora continua aplicables al ámbito agroempresarial, como el Kaizen filosofía de mejora gradual y permanente con participación de todo el personal, la manufactura esbelta (lean), orientada a eliminar los desperdicios que no agregan valor, y la metodología de las cinco eses (5S) para la organización y el orden del lugar de trabajo. En una planta de compostaje, la aplicación de las 5S y de principios lean puede mejorar el flujo de materiales, reducir tiempos y riesgos, y crear un entorno propicio para la estandarización y el control, complementando los requisitos de la norma ISO 9001:2015 (Amasifén et al., 2022).

2.2.6.2. Eficiencia operativa

La eficiencia operativa expresa la capacidad de la organización para obtener los resultados previstos optimizando el uso de los recursos tiempo, mano de obra, insumos, energía y maquinaria. Se distingue de la eficacia, que se refiere al logro de los objetivos con

independencia de los recursos empleados; una organización busca ser, simultáneamente, eficaz y eficiente. La estandarización de procesos y la reducción de la variabilidad inciden directamente en la eficiencia, al disminuir reprocesos, tiempos muertos, desperdicios y costos.

Para PROSAGRI, mejorar la eficiencia operativa implica optimizar los ciclos de volteo, reducir los tiempos de maduración sin comprometer la calidad del compost, aprovechar mejor la capacidad instalada de la maquinaria y minimizar las pérdidas de materia prima y producto (Pico & Burgos, 2022). La medición de la eficiencia mediante indicadores de rendimiento y productividad permite cuantificar las mejoras y sustentar decisiones de inversión y de planificación de la producción.

2.2.6.3. Calidad y sostenibilidad

La calidad y la sostenibilidad constituyen dimensiones complementarias y mutuamente reforzadoras. Un sistema de gestión de la calidad bien implementado contribuye a la sostenibilidad al reducir desperdicios y reprocesos, mejorar el uso de recursos, asegurar el cumplimiento ambiental y sanitario, y fortalecer la confianza de las partes interesadas. A su vez, la sostenibilidad amplía el alcance de la calidad al incorporar criterios ambientales y sociales en la definición del valor del producto.

En el caso del compost, la calidad del producto final en términos de madurez, estabilidad, contenido de nutrientes e inocuidad es a la vez una garantía comercial y una contribución a la sostenibilidad del sistema agrícola al que se incorpora, pues un compost de calidad mejora el suelo y reduce la necesidad de fertilizantes de síntesis (Sayara et al., 2020). De este modo, en la actividad de PROSAGRI la gestión de la calidad y la sostenibilidad convergen en un mismo objetivo: producir un abono confiable que genere valor económico y ambiental.

2.2.6.4. Gestión ambiental en procesos agroempresariales

La gestión ambiental en las agroempresas consiste en la integración sistemática de criterios de protección del ambiente en la operación, mediante la prevención de la contaminación, el cumplimiento de la normativa ambiental, el uso eficiente de los recursos y la mejora del desempeño ambiental. Resulta especialmente afín a la gestión de la calidad, pues ambas comparten el enfoque por procesos, el ciclo PHVA, la estructura de alto nivel y la lógica de la mejora continua, lo que permite integrarlas en un sistema de gestión común por ejemplo, mediante la articulación de las normas ISO 9001 e ISO 14001.

En una planta de compostaje, la gestión ambiental abarca el control de lixiviados, olores, polvo y emisiones, el manejo responsable del agua, la prevención de la proliferación de vectores y la verificación del cumplimiento del marco legal ambiental descrito en el apartado 2.1. Así, la gestión ambiental articula la dimensión normativa y la conceptual de la presente investigación, y refuerza el carácter sostenible del aprovechamiento de residuos orgánicos (COA, 2017; ISO, 2015). En conjunto, los seis ejes del marco teórico convergen para sustentar la tesis central del estudio: que la adopción de un sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO 9001:2015 permite estandarizar, controlar y mejorar de manera continua el proceso de elaboración de compost orgánico en la empresa Prosagri, fortaleciendo simultáneamente su competitividad, su cumplimiento legal y su sostenibilidad.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo expone la ruta metodológica seguida para dar respuesta al objetivo general de diseñar el proceso de elaboración de compostaje orgánico de la empresa PROSAGRI, del cantón Pujilí, con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015. La estructura del capítulo responde a una lógica descendente que parte de lo particular hacia lo procedimental: en primer lugar se delimita el escenario del estudio, describiendo el área geográfica, la organización, el proceso productivo tal como se ejecuta en la actualidad y el grupo humano que constituyó la fuente primaria de información; en segundo lugar se fundamenta la posición metodológica adoptada, precisando el enfoque, el tipo, el diseño y los métodos empleados; en tercer lugar se detallan los nueve procedimientos ejecutados, desde la revisión documental inicial hasta el procesamiento y análisis de los datos; y, luego, se explicitan las consideraciones bioéticas que rigieron tanto el trabajo de campo como el tratamiento de la información.

La coherencia interna entre estos cuatro componentes constituye el criterio de rigor del estudio: cada procedimiento responde a un objetivo específico, cada objetivo se apoya en técnicas e instrumentos determinados, y cada instrumento genera evidencia verificable que sustenta los resultados presentados en el Capítulo IV. Esta trazabilidad metodológica se sintetiza en la matriz de coherencia incluida al cierre del numeral 3.3, y permite además que el estudio sea replicable en agroempresas de características similares, tal como se planteó en el alcance definido en el Capítulo I.

3.1. Descripción del área y grupo de estudio

La delimitación del escenario de investigación constituye el punto de partida de todo estudio de caso, puesto que las características del contexto condicionan tanto la aplicabilidad de los instrumentos como la interpretación de los hallazgos. En este numeral se describe la unidad productiva de PROSAGRI Proveedores de Soluciones Agrícolas, agroempresa

ecuatoriana dedicada a la producción y comercialización de abono orgánico obtenido mediante el aprovechamiento de residuos de origen agroindustrial. Se abordan su ubicación geográfica, sus características organizacionales, la situación actual de su proceso productivo, la conformación del grupo de estudio y los criterios que delimitaron la selección de los informantes y de las fuentes documentales.

3.1.1. Ubicación geográfica

La planta de compostaje objeto de estudio se localiza en el barrio San José de Alpamalag – El Relleno, vía Cusubamba, parroquia y cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, República del Ecuador. El cantón Pujilí forma parte del callejón interandino ecuatoriano y se caracteriza por una vocación productiva predominantemente agropecuaria, con presencia de explotaciones florícolas, ganaderas y de cultivos de ciclo corto que constituyen, simultáneamente, potenciales proveedores de materia prima y clientes del abono orgánico producido. Esta condición del entorno resulta relevante para el estudio, pues sitúa a la empresa dentro de un circuito local de valorización de residuos orgánicos coherente con los principios de la economía circular.

El predio ocupa una superficie aproximada de dos hectáreas y se emplaza en una zona rural distante de asentamientos poblacionales concentrados. Esta localización presenta tres implicaciones directas para la investigación. La primera es de carácter ambiental: la distancia respecto de viviendas y centros poblados reduce el riesgo de afectación a terceros por olores, material particulado y vectores, aspectos que fueron identificados como impactos propios de la actividad en el Diagnóstico Ambiental de la empresa. La segunda es de carácter operativo: el predio colinda con vías de acceso de segundo orden que condicionan la logística de ingreso de materia prima y de despacho de producto terminado, elemento que debe considerarse en la caracterización del proceso. La tercera es de carácter técnico: el área no dispone de suministro de energía eléctrica de red, por lo que las actividades administrativas y auxiliares se ejecutan mediante un generador eléctrico, condición que incide en los requisitos de infraestructura y ambiente para la operación de los procesos previstos en el numeral 7.1 de la norma ISO 9001:2015.

En la Figura 2 se representa la localización político-administrativa del área de estudio, desde el nivel nacional hasta el emplazamiento específico de la planta.

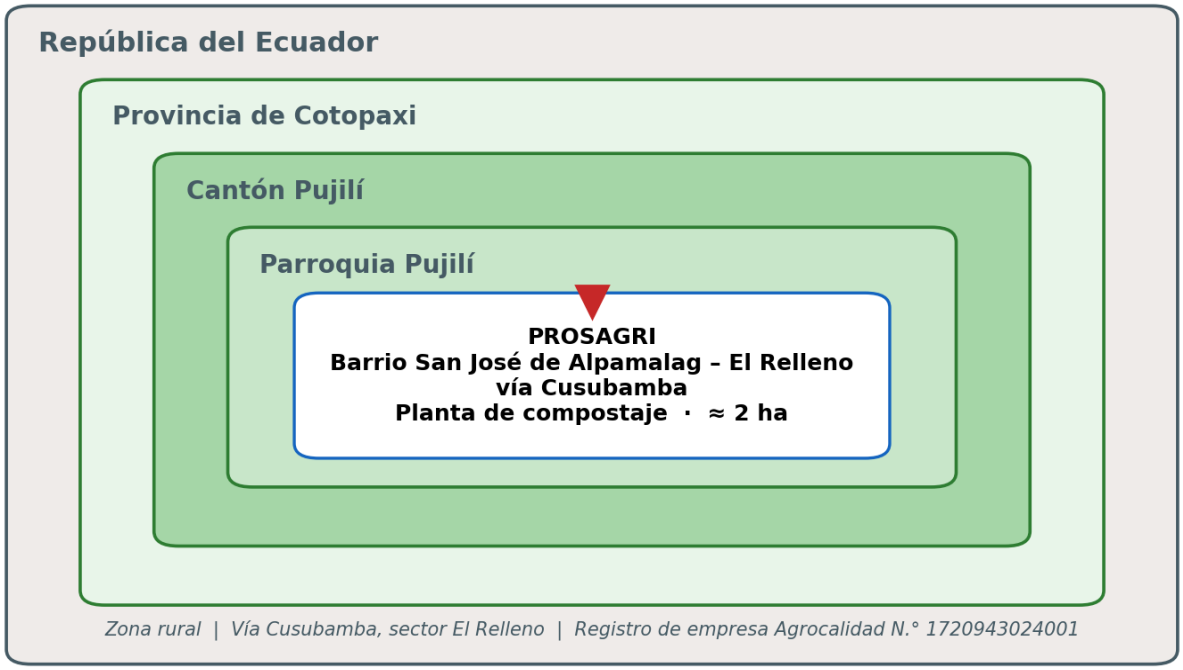


Figura 2 *Ubicación geográfica del área de estudio*
Nota. Elaboración propia (2026) con base en el Certificado de Registro de Empresa emitido por Agrocalidad (2021) y en el Diagnóstico Ambiental del proyecto PROSAGRI.
Fuente: Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario

3.1.2. Descripción de PROSAGRI

PROSAGRI es una agroempresa ecuatoriana de propiedad individual cuya actividad principal consiste en la transformación de residuos orgánicos de origen agroindustrial en compost mediante un proceso de fermentación aerobia controlada. Inició operaciones el 01 de julio de 2020 y comercializa su producto bajo la marca COMPOSTEK. Su modelo de negocio se sustenta en una doble propuesta de valor: por una parte, ofrece a las industrias generadoras una alternativa de gestión para sus residuos orgánicos no peligrosos, evitando su disposición final en rellenos sanitarios; por otra, entrega al sector agrícola un abono orgánico con una relación carbono-nitrógeno adecuada y una carga microbiana que contribuye a la recuperación de la fertilidad del suelo.

Desde el punto de vista regulatorio, la empresa ha transitado por dos procesos de formalización relevantes para esta investigación. En materia ambiental, se encuentra registrada en el Sistema Único de Información Ambiental e inició su proceso de regularización ambiental, que derivó en la presentación de un Diagnóstico Ambiental y un Plan de Acción ante la autoridad competente. En materia fitosanitaria y de insumos agropecuarios, se encuentra inscrita en el Registro Nacional de Empresas de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario con las operaciones de fabricante-formulador, envasador, distribuidor, importador y exportador de fertilizantes (Agrocalidad, 2021), y su producto cuenta con el certificado de registro de fertilizantes, enmiendas de suelo y productos afines de uso agrícola N.° 194-F-AGR-CH, de vigencia indefinida (Agrocalidad, 2022).

Este doble reconocimiento resulta significativo para el diseño del sistema de gestión de la calidad por dos razones. En primer lugar, evidencia que la organización ya opera bajo requisitos legales y reglamentarios verificables, lo que constituye una entrada obligatoria para el numeral 8.2 de la norma, referido a los requisitos para los productos y servicios. En segundo lugar, la composición garantizada declarada en el registro del producto establece parámetros mínimos que el proceso debe asegurar de manera consistente en cada lote; dicho de otro modo, la conformidad del producto no es un atributo declarativo, sino una obligación verificable ante la autoridad de control.

Tabla 5 *Datos generales de la unidad de estudio*

Aspecto	**Descripción**
Razón social	Gallo Dueñas Tania Soledad, nombre comercial PROSAGRI
Registro Único de Contribuyentes	1720943024001
Representante legal y técnica	Ing. Tania Soledad Gallo Dueñas, ingeniera agrónoma
Actividad económica	Producción, envasado, distribución y comercialización de fertilizantes orgánicos
Inicio de operaciones	01 de julio de 2020
Producto principal	COMPOSTEK, abono orgánico sólido presentado en envases de polipropileno con cobertura plástica
Registro de producto	N.° 194-F-AGR-CH, Agrocalidad, vigencia indefinida
Ubicación de la planta	Barrio San José de Alpamalag – El Relleno, vía Cusubamba, parroquia y cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi
Superficie aproximada	2 hectáreas
Áreas del proceso	Recepción de materia prima, compostaje, poscosecha (zarandeo) y despacho
Maquinaria y equipos	Tractor con pala frontal, volteadora de compost con capacidad de 600 m^3/h, zaranda, balanza, cosedora de sacos, generador eléctrico y kit de herramientas menores

Servicios básicos	Sin conexión a la red eléctrica; generador eléctrico para actividades administrativas; agua de riego en el sector; servicios higiénicos con descarga a pozo séptico
Talento humano vinculado al proceso	Cuatro personas: gerencia y representación técnica, responsable de producción y dos operarios
Estado del sistema de gestión	Sin sistema de gestión de la calidad implementado ni certificado; operación sustentada en prácticas empíricas no documentadas

Nota. Elaboración propia (2026) con base en el Certificado de Registro de Empresa (Agrocalidad, 2021), el Certificado de Registro del producto COMPOSTEK (Agrocalidad, 2022), el Diagnóstico Ambiental de PROSAGRI y la verificación in situ.

Tabla 6 *Composición garantizada del producto COMPOSTEK declarada ante la autoridad de control*

Componente	**Concentración declarada**	**Implicación para el control del proceso**
Materia orgánica	24 % P/P	Depende de la mezcla inicial de sustratos y del grado de mineralización alcanzado
Nitrógeno total (N)	2,5 % P/P	Sensible a pérdidas por volatilización de amoníaco si la relación C/N y la aireación son inadecuadas
Fósforo (P_2O_5)	3 % P/P	Determinado por la composición de la materia prima de ingreso
Potasio (K_2O)	1,8 % P/P	Requiere homogeneidad de la mezcla para asegurar consistencia entre lotes
Tipo de producto	Fertilizante orgánico sólido	

Nota. Elaboración propia con base en el Certificado de Registro de Fertilizantes N.º 194-F-AGR-CH y en Agrocalidad (2022). La declaración de composición constituye un requisito legal verificable; su cumplimiento sostenido exige el control de las variables críticas del proceso.

En cuanto a su estructura organizacional, PROSAGRI presenta una configuración funcional simple, propia de una microempresa: la propietaria concentra las funciones de dirección estratégica, representación legal y responsabilidad técnica; bajo su dependencia se encuentra el responsable de producción o jefe de planta, y en el nivel operativo dos trabajadores ejecutan las actividades del proceso. Determinados servicios, como los análisis de laboratorio y la asesoría contable, se contratan externamente.



Figura 3 *Estructura organizacional de PROSAGRI*

Nota. Las líneas discontinuas representan servicios contratados externamente. Elaboración propia (2026) con base en los contratos de trabajo y la entrevista con la propietaria.

3.1.3. Situación actual del proceso

El proceso productivo de PROSAGRI se ejecuta de manera secuencial en cuatro etapas claramente diferenciadas, cada una con entradas, actividades y salidas propias. A continuación, se describe cada etapa según fue verificada mediante observación directa y contrastada con la documentación de la empresa.

Recepción de materia prima. Comprende el ingreso, la pesada y el almacenamiento temporal de los sustratos que alimentan el proceso: natas y lodos procedentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de una industria láctea, residuos de gelatina provenientes de una industria de procesamiento, cascarilla de arroz, gallinaza y cal. Los residuos de origen industrial ingresan en sacos de yute de gran formato, conocidos localmente como tulas, que posteriormente se reutilizan para el transporte de nuevas cargas. La empresa dispone de análisis de caracterización de peligrosidad para los dos residuos industriales principales, cuyos resultados determinan que no corresponden a desechos peligrosos, condición indispensable para su aprovechamiento. La materia prima se descarga en pilas no homogéneas, lo que constituye la primera fuente de variabilidad del proceso, puesto que la proporción de cada sustrato en la mezcla depende del criterio del operario y no de una formulación documentada.

Compostaje. En esta etapa se arman las camas o lagartos incorporando la totalidad de los sustratos y se ejecuta el volteo mecanizado mediante una volteadora con capacidad de 600 m³ por hora, operación que asegura la aireación y la homogeneización del material. Durante las primeras semanas las camas se cubren con plástico de invernadero como medida de mitigación de vectores y de control de la humedad. El proceso de descomposición biológica transforma la materia orgánica por dos vías simultáneas: la mineralización, que libera compuestos solubles y gaseosos, y la humificación, que genera los compuestos húmicos estables que confieren valor agronómico al producto. Transcurridas aproximadamente ocho semanas de fermentación y maduración se obtiene el producto final. Es en esta etapa donde se concentran las variables críticas del proceso temperatura, humedad, relación carbono-nitrógeno y frecuencia de volteo, cuyo control determina la higienización, la estabilidad y la madurez del compost (Aguirre-Illatopa et al., 2024).

Poscosecha. Consiste en el zarandeo del material maduro para separar las partículas de mayor tamaño y obtener un compost clasificado y homogéneo, apto para su empaque. Esta operación define la granulometría del producto, atributo que forma parte de los requisitos del cliente y que, sin embargo, no se encuentra especificado mediante un criterio de aceptación documentado.

Despacho. Etapa final en la que se realizan el pesaje, el ensacado en envases reutilizados, el cosido y la entrega al cliente. No existe un procedimiento de identificación y trazabilidad por lote que permita relacionar el producto despachado con las condiciones bajo las cuales fue producido, situación que compromete la capacidad de respuesta ante una eventual reclamación y que constituye una brecha frente al numeral 8.5.2 de la norma.

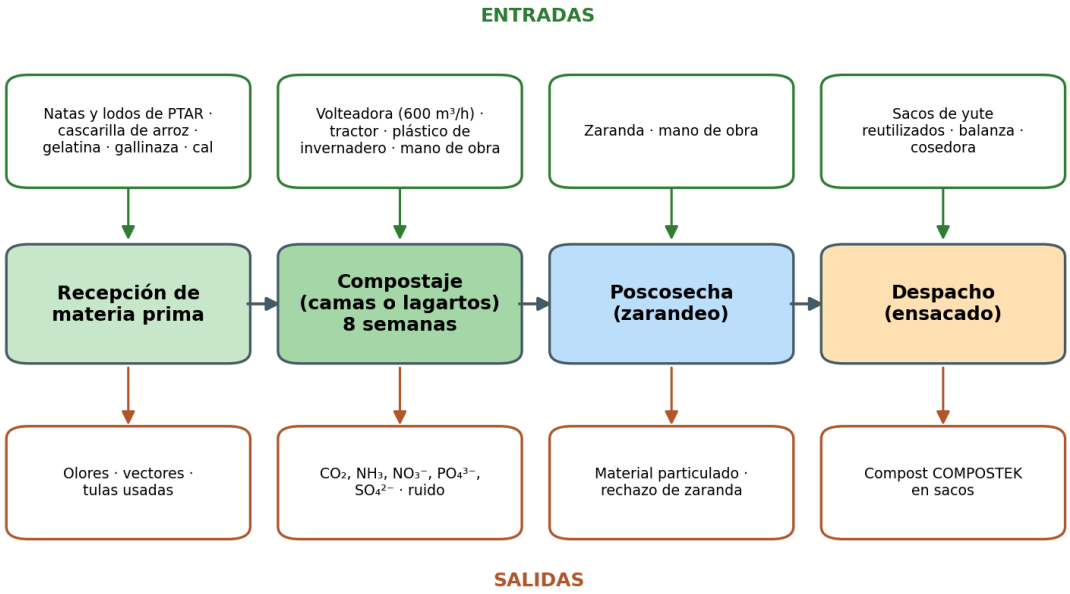


Figura 4 *Diagrama del proceso actual de elaboración de compostaje en PROSAGRI*

Nota. Elaboración propia (2026) con base en el diagrama de flujo y la descripción del proceso contenidos en el Diagnóstico Ambiental de PROSAGRI y en la observación directa realizada en planta.

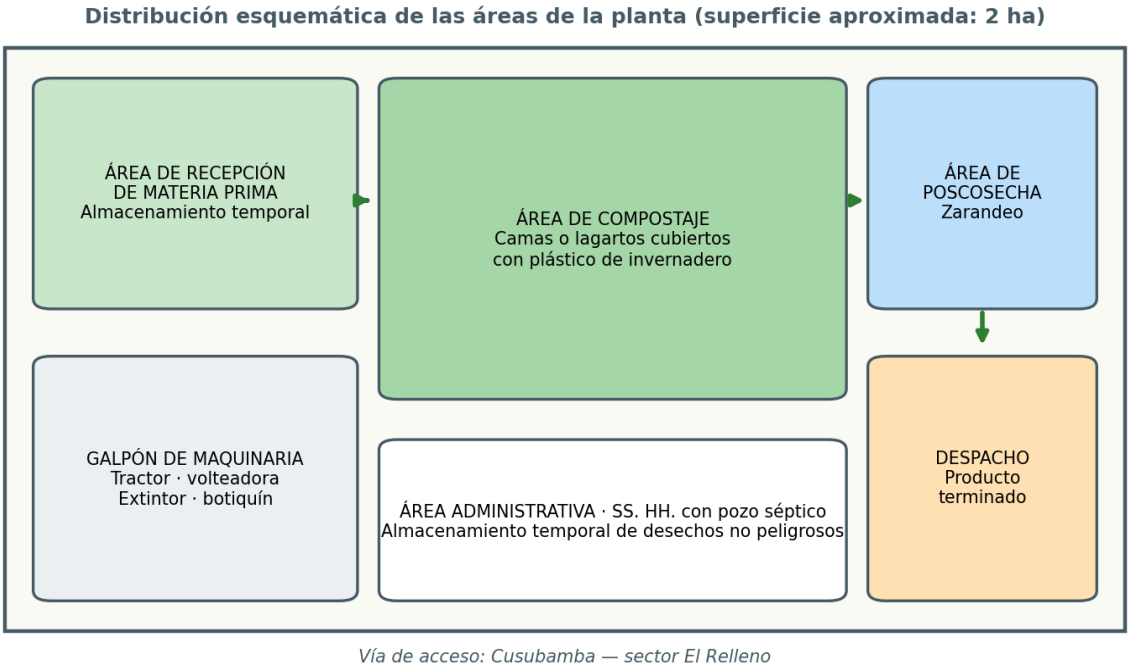


Figura 5 *Distribución esquemática de las áreas de la planta*

Nota. El esquema no corresponde a un plano a escala; representa la relación funcional y el flujo de material entre áreas. Elaboración propia (2026) con base en la observación directa y el registro fotográfico levantado en planta.

Tabla 7 *Insumos, materias primas y productos químicos empleados en el proceso*

Categoría	Elemento	Función en el proceso	Etapa de uso
Materia prima	Natas y lodos de planta de tratamiento de aguas residuales	Fuente de nitrógeno y materia orgánica	Recepción y compostaje
Materia prima	Residuo de gelatina de origen industrial	Fuente de nitrógeno proteico	Recepción y compostaje
Materia prima	Cascarilla de arroz	Fuente de carbono y agente estructurante	Compostaje
Materia prima	Gallinaza	Fuente de nitrógeno y microorganismos	Compostaje
Materia prima	Cal	Regulación del pH de la mezcla	Compostaje
Producto químico	Acelerador de la degradación de la materia orgánica	Reducción del tiempo de ciclo	Compostaje
Producto químico	Mosquicida	Control de vectores adultos	Compostaje
Producto químico	Larvicida	Control de larvas de mosca	Compostaje
Herramientas y materiales	Balanza, zaranda, cosedora de sacos, palas, rastrillos, trinches, mangueras, pallets, sacos de polipropileno y plástico de invernadero	Soporte operativo de las cuatro etapas	Todas
Maquinaria	Tractor con pala frontal y volteadora de compost (600 m^3/h)	Movimiento de material y aireación de las camas	Recepción y compostaje

Nota. Los productos químicos se identifican por su función y no por su nombre comercial, a fin de mantener la neutralidad del informe académico.

Elaboración propia (2026) con base en el detalle de insumos del Diagnóstico Ambiental de PROSAGRI y en la verificación in situ.

El levantamiento preliminar permitió constatar que la empresa cuenta con una operación técnicamente definida, con maquinaria adecuada y con personal que conoce empíricamente el proceso; sin embargo, no dispone de un sistema formal de gestión de la calidad que estandarice, controle y mejore sus operaciones. Las debilidades identificadas no constituyen fallas aisladas, sino manifestaciones de una misma causa estructural: la ausencia de información documentada que convierta el conocimiento tácito de los operarios en un método verificable y repetible. En la Tabla 8 se relacionan las debilidades observadas con el requisito de la norma ISO 9001:2015 al que corresponden, lo que permite anticipar los focos de atención del diagnóstico desarrollado en el numeral 3.3.

Tabla 8 *Debilidades identificadas en el proceso actual y requisito normativo relacionado*

Debilidad identificada	Requisito ISO 9001:2015	Consecuencia sobre el proceso
Ausencia de política y objetivos de calidad documentados	5.2 y 6.2	El personal desconoce el marco de referencia para la toma de decisiones sobre calidad
Inexistencia de mapa de procesos y de ficha de caracterización	4.4	No se identifican con claridad las interacciones, entradas y salidas de cada etapa
Falta de un manual de funciones	5.3	Duplicidad y ambigüedad de responsabilidades entre puestos
Ausencia de matriz de riesgos y oportunidades	6.1	Los riesgos del proceso se atienden de forma reactiva, no preventiva
Registro incompleto de las variables críticas del proceso	8.5.1 y 9.1	Imposibilidad de demostrar el control de las condiciones de producción
Mezcla de sustratos sin formulación documentada	8.5.1	Variabilidad de la composición del producto entre lotes
Trazabilidad limitada por lote	8.5.2	Dificultad para investigar el origen de una no conformidad
Ausencia de criterios de aceptación del producto terminado	8.6	La liberación del producto depende del criterio individual del operario
Inexistencia de indicadores de desempeño	9.1.1	No es posible evaluar objetivamente la eficacia del proceso
Ausencia de medición de la satisfacción del cliente	9.1.2	Se desconoce la percepción del cliente sobre la calidad del abono
Área de almacenamiento temporal de desechos sin recipientes identificados	7.1.4 y 8.1	Incumplimiento normativo ambiental ya advertido en el plan de acción vigente
Ausencia de procedimiento para el tratamiento de no conformidades	10.2	Las correcciones no se documentan ni se analizan sus causas

Nota. La correspondencia con los requisitos normativos es preliminar y fue confirmada mediante la aplicación de la lista de chequeo descrita en el numeral 3.3.3.
Elaboración propia (2026) con base en la observación directa, la revisión documental y la norma ISO 9001:2015.
Fuente: ISO 9001:2015

3.1.4. Población o grupo de estudio

El grupo de estudio estuvo conformado por la totalidad de las personas que intervienen de forma directa en el proceso de elaboración de compostaje orgánico, en sus niveles directivo, técnico y operativo. La decisión de trabajar con la totalidad de la población y no con una muestra responde a tres consideraciones metodológicas. La primera es de orden estadístico: cuando la población es finita, accesible y de tamaño reducido, la extracción de una muestra no aporta ventajas en términos de eficiencia y, en cambio, incrementa el error de estimación; en estos casos se recomienda el trabajo censal (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2023). La segunda es de orden cualitativo: cada informante ocupa una posición singular dentro del proceso y aporta información no sustituible, de modo que la

exclusión de cualquiera de ellos generaría un vacío en la comprensión del fenómeno. La tercera es de orden práctico: la totalidad del personal se encontraba disponible y accesible durante el periodo de levantamiento de la información.

Junto a las unidades de análisis humanas, el estudio consideró un conjunto de unidades de análisis documentales, constituidas por los registros, permisos y evidencias que la empresa conserva y que constituyen la información documentada existente al momento del diagnóstico. Estas fuentes cumplen una doble función: por un lado, permiten verificar objetivamente las afirmaciones recogidas en las entrevistas; por otro, constituyen en sí mismas la evidencia exigida por numerosos ítems de la lista de chequeo. La composición del grupo de estudio se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9 *Población o grupo de estudio y unidades de análisis*

Unidad de análisis	n	Rol en el proceso	Información que aporta
Propietaria y representante técnica	1	Alta dirección; responsable técnica ante la autoridad de control	Contexto de la organización, partes interesadas, liderazgo, planificación y decisiones comerciales
Responsable de producción o jefe de planta	1	Supervisión y programación de las etapas del proceso	Programación de camas, control de volteos, registros de producción y despacho
Operarios de compostaje	2	Recepción, armado de camas, volteo, zarandeo, ensacado y despacho	Prácticas operativas reales, uso de equipos de protección, dificultades y criterios empíricos aplicados
Total de informantes	**4**	**Censo: 100 % de la población**	
Unidades documentales		Diagnóstico Ambiental y plan de acción, certificados de registro de empresa y de producto, contratos de trabajo, actas de entrega de equipos de protección personal, registro de generación de desechos, registro de uso del generador eléctrico, análisis de caracterización de residuos y ficha técnica del producto	

Nota. El número de informantes corresponde a la nómina vinculada al proceso productivo y debe verificarse con el rol de pagos vigente a la fecha de aplicación de los instrumentos.
Elaboración propia (2026) con base en los contratos de trabajo y el Diagnóstico Ambiental de PROSAGRI.

3.1.5. Criterios de inclusión y exclusión

Con el propósito de delimitar con precisión las fuentes de información y de garantizar la pertinencia de la evidencia recolectada, se establecieron criterios explícitos de inclusión y exclusión aplicables a tres tipos de unidades: los informantes, las fuentes documentales y los requisitos normativos evaluados. La definición previa de estos criterios constituye una

condición de rigor metodológico, puesto que evita la incorporación discrecional de información durante el trabajo de campo y hace transparente el alcance de los resultados.

Criterios de inclusión. Se incorporaron al estudio los informantes y las fuentes que cumplieron de manera simultánea las siguientes condiciones:

- Personal con vínculo laboral vigente con PROSAGRI al momento del levantamiento de la información.
- Personal que interviene de forma directa en al menos una de las cuatro etapas del proceso: recepción de materia prima, compostaje, poscosecha o despacho.
- Personal con permanencia mínima de tres meses en la empresa, tiempo que garantiza el conocimiento de un ciclo completo de compostaje, cuya duración aproximada es de ocho semanas.
- Informantes que otorgaron su consentimiento informado y voluntario para participar en la entrevista y en la observación.
- Documentos y registros institucionales vigentes, legibles, con fecha identificable y directamente relacionados con el proceso productivo o con el cumplimiento normativo.
- Requisitos de los capítulos 4 a 10 de la norma ISO 9001:2015 aplicables al alcance definido para el proceso de elaboración de compost.

Criterios de exclusión. Se excluyeron del estudio:

- Personal cuyas funciones no guardan relación directa con el proceso productivo objeto de diseño, así como personal externo, eventual o de servicios tercerizados.
- Proveedores, transportistas y clientes que no participan en la ejecución de las etapas internas del proceso, cuyas expectativas se recogieron indirectamente a través de la revisión documental y de la entrevista a la alta dirección.
- Trabajadores que, cumpliendo los criterios de inclusión, no otorgaron su consentimiento o no estuvieron disponibles durante el periodo de recolección de datos.

- Documentos no oficiales, borradores sin aprobación, registros ilegibles o incompletos y documentación correspondiente a procesos ajenos a la elaboración de compost.
- Requisitos normativos que, previa justificación documentada, no resultan aplicables al alcance definido; estos se registraron como "N/A" y se excluyeron del denominador en el cálculo del porcentaje de cumplimiento.

En la Tabla 10 se sistematizan ambos conjuntos de criterios según el tipo de unidad de análisis.

Tabla 10 *Criterios de inclusión y exclusión según tipo de unidad de análisis*

Unidad de análisis	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Informantes	Vínculo laboral vigente, participación directa en el proceso, permanencia mínima de tres meses y consentimiento informado otorgado	Personal ajeno al proceso, tercerizado o eventual; ausencia de consentimiento o de disponibilidad
Fuentes documentales	Documentos institucionales vigentes, legibles, fechados y relacionados con el proceso o con el cumplimiento normativo	Borradores sin aprobación, documentos ilegibles o incompletos y documentación de procesos ajenos al alcance
Requisitos normativos	Requisitos de los capítulos 4 a 10 de la norma aplicables al proceso de elaboración de compost	Requisitos no aplicables con justificación documentada, registrados como "N/A" y excluidos del cálculo
Registros de proceso	Registros correspondientes a lotes producidos dentro del periodo de estudio	Registros de periodos anteriores al inicio de operaciones formales o sin identificación de lote

Nota. Elaboración propia (2026)
Fuente: Norma ISO 9001:2015.

3.2. Enfoque y tipo de investigación

La posición metodológica adoptada en este estudio se sustenta en la naturaleza dual del objeto investigado. Por una parte, el grado de cumplimiento de una norma de gestión de la calidad es susceptible de medición y expresión numérica, lo que exige un tratamiento cuantitativo; por otra, las causas de los incumplimientos, las prácticas empíricas del personal y los significados que este atribuye al proceso solo pueden comprenderse mediante aproximaciones cualitativas. Reducir el estudio a una sola de estas vías habría producido resultados incompletos: un diagnóstico exclusivamente cuantitativo indicaría cuánto se incumple, pero no por qué; uno exclusivamente cualitativo describiría las prácticas, pero no permitiría contrastar objetivamente el avance logrado tras la intervención.

En consecuencia, el estudio se estructura como una investigación mixta, aplicada y descriptiva, sustentada en fuentes documentales y de campo, ejecutada bajo un diseño no experimental y transversal, y operada mediante un conjunto articulado de métodos generales de investigación. La Figura 6 sintetiza esta ruta metodológica y su articulación con las técnicas empleadas y con el producto final esperado, mientras que la Tabla 3-7 presenta la caracterización metodológica completa según los distintos criterios de clasificación.

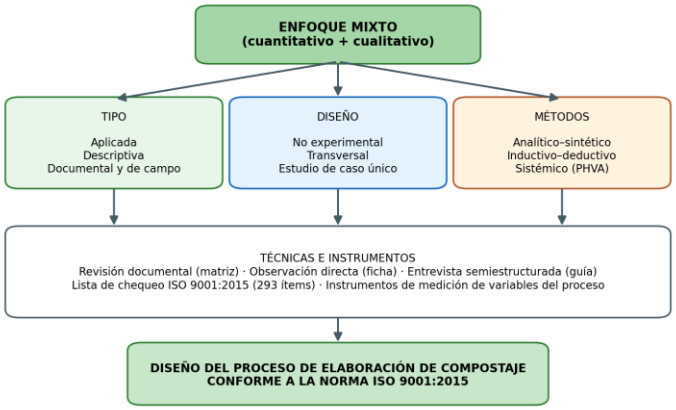


Figura 6 *Ruta metodológica de la investigación*
Nota. Elaboración propia (2026) con base en los criterios de clasificación metodológica propuestos por Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2023).
Fuente: Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta

Tabla 11 *Caracterización metodológica de la investigación*

Criterio de clasificación	Clasificación adoptada	Justificación en el estudio
Enfoque	Mixto (cuantitativo y cualitativo)	Integra la medición del cumplimiento normativo y de los parámetros del proceso con la comprensión de las prácticas y percepciones del personal
Finalidad	Aplicada	Orientada a resolver un problema real de estandarización y control en una agroempresa en operación
Alcance	Descriptiva con componente propositivo	Caracteriza la situación actual del proceso y culmina con una propuesta de diseño documentado conforme a la norma
Fuente de datos	Documental y de campo	Los datos primarios se obtienen in situ; los secundarios provienen de la normativa, la literatura científica y los registros de la empresa
Temporalidad	Transversal	La información se recolecta en momentos definidos del periodo de estudio, sin seguimiento longitudinal de cohortes
Control de variables	No experimental	No se manipulan deliberadamente las variables; el proceso se observa en sus condiciones naturales de operación
Unidad de observación	Estudio de caso único holístico	Se analiza una sola unidad organizacional en profundidad y en su contexto real
Población	Censal	Se trabaja con el cien por ciento de las personas vinculadas al proceso productivo

Nota. Elaboración propia (2026)
Fuente: Norma ISO 9001:2015.

3.2.1. Enfoque mixto

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, entendido como la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un mismo estudio con el propósito de obtener una comprensión más completa del fenómeno analizado (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2023). No se trata de la simple yuxtaposición de dos conjuntos de datos, sino de un diseño en el que ambos componentes dialogan: los hallazgos cualitativos explican los valores cuantitativos obtenidos y estos, a su vez, delimitan y priorizan los aspectos que merecen profundización cualitativa.

El componente cuantitativo se expresa en tres elementos concretos. El primero es la medición del porcentaje de cumplimiento de los requisitos 4 a 10 de la norma ISO 9001:2015 mediante una lista de chequeo con escala de valoración de cinco niveles. El segundo es el registro numérico de las variables críticas del proceso de compostaje, que permite establecer los rangos reales de operación y contrastarlos con los valores de referencia técnica. El tercero es el cálculo de la brecha entre la línea base y la medición posterior a la intervención, que constituye el criterio de verificación de la idea a defender.

El componente cualitativo, por su parte, se materializa en la observación directa de las operaciones en planta, en la entrevista semiestructurada aplicada a la totalidad del personal y en el análisis de contenido de la información documentada existente. Este componente resulta indispensable para responder preguntas que la medición no alcanza: por qué determinadas prácticas se ejecutan de una forma y no de otra, qué obstáculos percibe el personal frente a la formalización de los procedimientos y qué conocimiento tácito existe en la organización que deba incorporarse al diseño documental.

Ambos componentes se aplicaron de manera concurrente durante el trabajo de campo y sus resultados se integraron en la fase interpretativa mediante triangulación de fuentes y de métodos. La ponderación entre componentes fue equilibrada, aunque con predominio cualitativo en la fase de diseño de la propuesta y predominio cuantitativo en la fase de evaluación. Este enfoque ha demostrado pertinencia en estudios previos sobre sistemas de

gestión de la calidad en el sector agropecuario ecuatoriano, en los que el diagnóstico combinó instrumentos de medición del cumplimiento normativo con técnicas cualitativas de análisis causal y entrevistas (Arellano et al., 2025).

3.2.2. Investigación aplicada

Por su finalidad, el estudio corresponde al tipo aplicado, en tanto no persigue la generación de conocimiento teórico abstracto ni la formulación de leyes generales, sino la solución de un problema concreto de gestión identificado en una organización real. La investigación aplicada se caracteriza por partir de un cuerpo teórico existente en este caso, la gestión por procesos y los requisitos de la norma ISO 9001:2015 y utilizarlo como marco para intervenir sobre una situación particular que requiere transformación.

Esta condición se verifica en la naturaleza de los productos obtenidos, todos ellos de uso inmediato para la organización: el mapa de procesos, la ficha de caracterización del proceso productivo, la matriz de riesgos y oportunidades, la política y los objetivos de calidad, el conjunto de información documentada y las fichas de indicadores de desempeño. Ninguno de estos productos constituye una elaboración teórica; todos son instrumentos operativos destinados a ser utilizados por el personal de la planta.

El carácter aplicado también determina el criterio de éxito del estudio. Mientras que en una investigación básica el criterio sería la contribución al cuerpo de conocimiento, aquí el criterio es doble: la mejora verificable del porcentaje de cumplimiento normativo y la apropiación efectiva de los documentos diseñados por parte de la organización. Un diseño técnicamente impecable pero inaplicable a las condiciones reales de una microempresa rural sin conexión eléctrica de red y con cuatro personas vinculadas al proceso constituiría un resultado fallido. Por esta razón, entre los criterios de validación incorporados en el numeral 3.3.8 se incluyó expresamente la aplicabilidad de la propuesta con los recursos disponibles. La investigación aplicada en el campo de la gestión de la calidad se orienta precisamente a transformar los requisitos normativos en herramientas operativas para la empresa (Amasifén et al., 2022).

3.2.3. Investigación descriptiva

Por su alcance, la investigación es descriptiva, dado que su propósito consiste en caracterizar y detallar cómo se manifiesta el fenómeno estudiado, sin establecer relaciones causales entre variables ni verificar hipótesis mediante contraste estadístico. Congruentemente con ello, en el Capítulo I se formuló una idea a defender en lugar de una hipótesis de comprobación.

La descripción se realiza en dos planos complementarios. En el plano cuantitativo, se describen los porcentajes de cumplimiento alcanzados por cada requisito de la norma y el porcentaje global, así como los rangos observados de las variables críticas del proceso. En el plano cualitativo, se describen las prácticas operativas efectivamente ejecutadas, las condiciones de infraestructura, el estado de la información documentada y las percepciones del personal respecto de la calidad del producto y de la pertinencia de un sistema de gestión. A este alcance descriptivo se suma un componente propositivo, que constituye el aporte distintivo del trabajo. La investigación no se agota en la descripción del estado actual, sino que avanza hacia la formulación de una solución: el diseño documentado del proceso de elaboración de compostaje conforme a los requisitos de la norma. Este componente propositivo se sustenta necesariamente en la fase descriptiva previa, puesto que un diseño formulado sin conocimiento detallado de la operación real corre el riesgo de producir documentación que la organización no pueda cumplir. La secuencia describir–proponer–evaluar constituye, en consecuencia, la lógica que ordena todo el capítulo.

3.2.4. Investigación documental y de campo

Por la procedencia de los datos, el estudio es simultáneamente documental y de campo, condición habitual en las investigaciones sobre sistemas de gestión, donde la evidencia normativa y la evidencia operativa deben contrastarse permanentemente.

El carácter documental se manifiesta en la revisión sistemática de tres cuerpos de fuentes secundarias. El primero corresponde a las fuentes normativas: la norma ISO 9001:2015 y sus requisitos 4 a 10, la normativa ambiental ecuatoriana aplicable a la gestión de residuos, la normativa de seguridad y salud en el trabajo y las disposiciones de la autoridad fitosanitaria para el registro y control de fertilizantes y enmiendas de suelo. El segundo corresponde a la literatura científica reciente sobre sistemas de gestión de la calidad en agroempresas y sobre parámetros de control del compostaje, que aportó los criterios técnicos de referencia. El tercero corresponde a la información documentada existente en la empresa, que constituye la evidencia objetiva del estado inicial del sistema.

El carácter de campo se manifiesta en que los datos primarios se obtuvieron directamente en las instalaciones de PROSAGRI, mediante visitas programadas en las que se ejecutaron la observación directa de las cuatro etapas del proceso, la entrevista al personal, la verificación in situ de las evidencias exigidas por cada ítem de la lista de chequeo y el levantamiento del registro fotográfico. Ninguna de estas actividades alteró las condiciones naturales de operación de la planta: las visitas se programaron en función del calendario productivo y la observación se realizó sin intervención en las tareas.

La combinación de ambas fuentes constituye, en sí misma, un mecanismo de control de calidad de la información: una afirmación recogida en entrevista adquiere valor probatorio únicamente cuando se respalda con un documento o con una observación directa, criterio que se aplicó de forma sistemática en la valoración de cada ítem del instrumento principal.

3.2.5. Diseño no experimental y transversal

El diseño de la investigación es no experimental porque en ningún momento se manipularon deliberadamente las variables de estudio. El proceso de compostaje se observó tal como ocurre en su contexto real de operación, sin conformar grupos de control, sin asignar tratamientos y sin modificar intencionalmente los parámetros productivos con fines de comparación. Las modificaciones introducidas durante la fase de implementación no

constituyen manipulación experimental, sino intervención de mejora derivada del propio objetivo aplicado del estudio.

Es transversal porque la información se recolectó en momentos definidos y acotados del periodo de estudio, sin seguimiento longitudinal de cohortes a lo largo del tiempo. Cabe precisar que el diseño contempla dos mediciones del cumplimiento normativo una inicial, que establece la línea base, y otra posterior a la intervención, que permite calcular la brecha reducida; sin embargo, ambas mediciones corresponden a cortes puntuales aplicados sobre la misma unidad y con el mismo instrumento, por lo que no configuran un diseño longitudinal en sentido estricto.

El diseño corresponde, adicionalmente, a un estudio de caso único de tipo holístico, modalidad pertinente cuando el fenómeno investigado no puede separarse de su contexto y el propósito es comprender el "cómo" y el "por qué" de un proceso organizacional (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2023). El caso se seleccionó por criterio de conveniencia y de representatividad teórica: PROSAGRI reúne simultáneamente una operación técnicamente consolidada, una ausencia total de sistema de gestión formal y una disposición institucional para la intervención, condiciones que la convierten en un caso especialmente informativo.

Este diseño impone dos limitaciones que deben reconocerse explícitamente. La primera es la imposibilidad de establecer inferencias causales rigurosas: aunque se observe un incremento del porcentaje de cumplimiento entre ambas mediciones, no puede descartarse por completo la influencia de factores externos concurrentes. La segunda es la limitación de la validez externa: los resultados son aplicables al contexto particular de la unidad estudiada, sin perjuicio de su potencial replicabilidad en agroempresas de características similares, tal como se advirtió en el alcance definido en el Capítulo I.

3.2.6. Métodos de investigación

Para el desarrollo del estudio se emplearon métodos generales del conocimiento científico y métodos particulares propios de la gestión de la calidad.

Método analítico-sintético. Permitió descomponer el proceso productivo en sus etapas, actividades, entradas, salidas y variables críticas, para examinarlas de forma independiente y determinar el aporte de cada una a la calidad del producto final. Posteriormente, la síntesis reintegró esos elementos en la ficha de caracterización y en el mapa de procesos, que constituyen la representación unificada del proceso diseñado. El mismo método se aplicó a la norma, al descomponer cada requisito en los ítems verificables que conforman la lista de chequeo.

Método inductivo-deductivo. La deducción operó al derivar los criterios de evaluación desde los requisitos generales de la norma hacia los ítems concretos y contextualizados del instrumento, y al aplicar principios técnicos generales del compostaje a las condiciones específicas de la planta. La inducción operó en sentido inverso, al generalizar los hallazgos particulares observados en cada etapa hacia conclusiones sobre el estado global del sistema de gestión y sobre las causas estructurales de los incumplimientos.

Método sistémico. Se concibió a la organización como un conjunto de procesos interrelacionados en el que la salida de una etapa constituye la entrada de la siguiente, de modo que una deficiencia en la recepción de materia prima se propaga necesariamente hasta el producto terminado. Este método sustenta el enfoque a procesos y el pensamiento basado en riesgos que promueve la norma (ISO, 2015) y justifica que el diseño se haya abordado sobre el proceso completo y no sobre etapas aisladas.

Método del ciclo PHVA. Articuló las etapas del procedimiento investigativo con las fases de planificar, hacer, verificar y actuar, y con los cuatro objetivos específicos formulados en el Capítulo I. Su empleo garantiza que el diseño no concluya en la entrega documental, sino

que incorpore la verificación de la eficacia y la formulación de acciones de mejora, conforme se detalla en el numeral 3.3.

Método de observación científica. Se aplicó de forma estructurada y no participante, mediante una ficha previamente diseñada que delimitó los aspectos a observar en cada etapa, evitando la dispersión propia de la observación asistemática y asegurando la comparabilidad entre visitas.

Método estadístico descriptivo. Se utilizó para el tratamiento de los datos numéricos derivados de la lista de chequeo y de los registros de las variables del proceso, mediante frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central, así como para la representación gráfica de las brechas por requisito.

Tabla 12 *Métodos de investigación empleados y su aplicación concreta en el estudio*

Método	Aplicación concreta	Producto o momento del estudio
Analítico-sintético	Descomposición del proceso en etapas y variables, y de la norma en ítems verificables; posterior integración en el diseño	Ficha de caracterización y lista de chequeo
Inductivo-deductivo	Derivación de criterios de evaluación desde la norma y generalización de los hallazgos particulares observados en planta	Instrumento de diagnóstico y conclusiones
Sistémico	Concepción de la organización como un conjunto de procesos interrelacionados con entradas y salidas encadenadas	Mapa de procesos y matriz de riesgos
Ciclo PHVA	Articulación de los nueve procedimientos con las cuatro fases de mejora continua y con los objetivos específicos	Estructura completa del numeral 3.3
Observación científica	Observación estructurada y no participante de las cuatro etapas mediante ficha previamente diseñada	Diagnóstico del proceso actual
Estadístico descriptivo	Cálculo de frecuencias, porcentajes de cumplimiento y medidas de tendencia central de las variables del proceso	Línea base y evaluación final

Nota. Elaboración propia (2026)
Fuente: Norma ISO 9001:2015.

3.3. Procedimientos

El estudio se ejecutó mediante nueve procedimientos consecutivos, organizados según el ciclo de mejora continua planificar–hacer–verificar–actuar y vinculados a los cuatro objetivos específicos formulados en el Capítulo I. Esta organización no es meramente expositiva: responde a la lógica de la propia norma ISO 9001:2015, que estructura sus

requisitos alrededor del mismo ciclo, de modo que el procedimiento investigativo reproduce la secuencia que la organización deberá sostener una vez concluida la intervención. La Figura 3-6 representa esta articulación. Mayor información ver Anexo 1



Figura 7 *Procedimientos de la investigación organizados según el ciclo PHVA*
Nota. OE1 a OE4 corresponden a los objetivos específicos de la investigación. Elaboración propia (2026) con base en el enfoque a procesos y el ciclo PHVA establecidos en la norma ISO 9001:2015. Fuente: ISO 9001:2015

3.3.1. Revisión documental y normativa

El estudio inició con la revisión sistemática de dos cuerpos documentales diferenciados, cuyo tratamiento requirió criterios distintos. El primero corresponde a las fuentes normativas externas, que establecen los requisitos que la organización debe cumplir; el segundo, a la información documentada interna, que constituye la evidencia del grado en que dichos requisitos se satisfacen actualmente.

La revisión normativa se orientó por dos preguntas: qué exige cada cuerpo legal o normativo aplicable al proceso de elaboración de compost, y con qué requisito de la norma ISO 9001:2015 se relaciona esa exigencia. Esta doble lectura resulta indispensable porque el numeral 8.2 de la norma establece que la organización debe determinar los requisitos legales y reglamentarios aplicables a sus productos y servicios; en consecuencia, el marco legal ecuatoriano no constituye un anexo del sistema de gestión, sino una entrada obligatoria de

este. En la Tabla 13 se presenta el marco normativo revisado y su correspondencia con los requisitos de la norma.

Tabla 13 *Marco normativo revisado y su correspondencia con los requisitos de la norma ISO 9001:2015*

Cuerpo normativo	Aspecto aplicable al proceso	Requisito ISO relacionado	Ámbito
Norma ISO 9001:2015	Requisitos del sistema de gestión de la calidad: contexto, liderazgo, planificación, apoyo, operación, evaluación del desempeño y mejora	4 a 10	Internacional
Código Orgánico del Ambiente y su reglamento	Obligaciones del generador de residuos, separación en la fuente y almacenamiento temporal de desechos no peligrosos	8.1 y 7.1.4	Nacional
Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva	Valorización de residuos orgánicos como estrategia de circularidad productiva	4.1 y 4.2	Nacional
Ley Orgánica de la Salud	Prohibición de descarga de aguas residuales sin tratamiento y protección de la salud de los trabajadores	7.1.4	Nacional
Código del Trabajo y Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores	Entrega y uso de equipos de protección personal, botiquín de primeros auxilios y medios de extinción de incendios	7.1.4 y 7.2	Nacional
Normativa de Agrocalidad para fertilizantes y enmiendas de suelo	Registro de empresa y de producto, composición garantizada declarada y condiciones de fabricación y envasado	8.2 y 8.6	Nacional
Normativa técnica de estandarización de colores para recipientes de residuos	Identificación, rotulado y señalización de los recipientes de almacenamiento temporal	7.1.4 y 7.5	Nacional
Normativa técnica de colores, señales y símbolos de seguridad	Señalización informativa, preventiva y de seguridad en las áreas de la planta	7.1.4	Nacional

Nota: Elaboración propia (2026) con base en la normativa vigente y en el análisis de cumplimiento contenido en el Diagnóstico Ambiental de PROSAGRI.

La revisión de la información documentada interna se ejecutó mediante una matriz en la que se consignaron, para cada documento, el tipo, la fecha, el estado de vigencia, el grado de formalización entendido como la existencia de aprobación, codificación y control de versiones y el requisito normativo al que aporta evidencia. Esta matriz permitió distinguir entre requisitos que se cumplen y no se evidencian, requisitos que se evidencian parcialmente y requisitos para los cuales no existe ningún soporte documental, distinción decisiva al momento de asignar la valoración de cada ítem de la lista de chequeo. En la Tabla 14 se detallan las fuentes documentales internas revisadas.

Tabla 14 *Fuentes documentales internas revisadas y evidencia que aportan*

Documento o registro	Evidencia que aporta	Requisito relacionado
Diagnóstico Ambiental y plan de acción	Descripción del proceso, insumos, emisiones, descargas y análisis de cumplimiento normativo ambiental	4.1, 4.2, 8.1
Certificado de registro de empresa ante Agrocalidad	Autorización de las operaciones de fabricación, envasado y distribución de fertilizantes	4.3 y 8.2
Certificado de registro del producto COMPOSTEK	Composición garantizada declarada y condición legal del producto	8.2 y 8.6
Análisis de caracterización de residuos de origen industrial	Determinación de la no peligrosidad de los sustratos de ingreso	8.4
Ficha técnica del abono orgánico	Características físico-químicas y biológicas declaradas del producto	8.2 y 8.5.1
Contratos de trabajo	Vínculo laboral, cargo y funciones generales del personal	5.3 y 7.1.2
Actas de entrega de equipos de protección personal	Provisión de medios de protección al personal operativo	7.1.4
Registro de generación de residuos sólidos	Tipo, cantidad y responsable de los desechos generados	8.1 y 9.1.1
Registro de uso de horas del generador eléctrico	Control operativo de un equipo de apoyo con implicación ambiental	7.1.3
Registro fotográfico de las áreas	Estado de la señalización, del botiquín, del extintor y del uso de equipos de protección	7.1.4

Nota: Elaboración propia (2026).

3.3.2. Diagnóstico del proceso actual

El diagnóstico del proceso actual tuvo por objeto levantar el proceso tal como se ejecuta y no como se supone que debería ejecutarse, condición indispensable para que el diseño posterior parta de la realidad operativa y no de un modelo ideal. Para ello se combinaron dos técnicas de campo, la observación directa y la entrevista semiestructurada, cuyos resultados se contrastaron entre sí y con la revisión documental descrita en el numeral anterior.

Observación directa no participante. Permitió registrar el comportamiento real del proceso en condiciones de operación, sin intervención del investigador en las actividades. Su instrumento fue una ficha de observación estructurada por etapas, en la que se consignaron las condiciones de infraestructura, la secuencia efectiva de actividades, las prácticas operativas, el uso de equipos de protección personal, la señalización existente, el estado de los recipientes de residuos y las evidencias de control de las variables del proceso. La ficha

contempló, para cada aspecto, tres posibilidades de registro cumplen, cumple parcialmente y no cumple, además de un campo de observaciones para consignar detalles cualitativos. Las visitas se programaron de modo que fuera posible observar las cuatro etapas en operación, incluyendo al menos un evento de volteo mecanizado y uno de zarandeo.

Entrevista semiestructurada. Se aplicó a la totalidad del personal mediante una guía con preguntas abiertas organizadas en cuatro dimensiones: conocimiento del proceso y de sus variables críticas; prácticas de control y registro efectivamente ejecutadas; percepción sobre la calidad del producto final y sobre los reclamos recibidos; y expectativas, disposición y obstáculos percibidos frente a la implementación de un sistema de gestión de la calidad. El formato semiestructurado permitió profundizar en respuestas emergentes sin perder comparabilidad entre informantes. Las entrevistas se realizaron de forma individual, en horarios acordados que no interfirieron con la jornada productiva, y con autorización expresa para el registro de audio.

Tabla 15 *Técnicas, instrumentos, fuentes de información y tipo de dato generado*

Técnica	Instrumento	Fuente de información	Tipo de dato
Revisión documental	Matriz de revisión documental	Normativa vigente y registros internos de la empresa	Cualitativo con verificación de existencia
Observación directa no participante	Ficha de observación por etapas y registro fotográfico	Operación en planta	Cualitativo con categorización de cumplimiento
Entrevista semiestructurada	Guía de entrevista de cuatro dimensiones	Propietaria, jefe de planta y operarios	Cualitativo
Evaluación normativa	Lista de chequeo ISO 9001:2015 (293 ítems)	Evidencia documental y verificación in situ	Cuantitativo (escala de cinco niveles)
Medición de variables del proceso	Termómetro, medidor de humedad, pH-metro y análisis de laboratorio	Camas o lagartos y producto terminado	Cuantitativo continuo
Juicio de expertos	Formato de validación por criterios	Tres profesionales especialistas	Cualitativo con valoración por criterio

Nota. Elaboración propia (2026). El detalle de cada instrumento se presenta en los anexos del trabajo.

3.3.3. Evaluación de ISO 9001:2015

La evaluación del grado de cumplimiento normativo constituye el procedimiento central del diagnóstico, puesto que de sus resultados se deriva la priorización de todas las

acciones posteriores. Se ejecutó mediante una lista de chequeo construida a partir de los requisitos 4 a 10 de la norma ISO 9001:2015 y adaptada al lenguaje y a la realidad operativa de una planta de compostaje, de modo que cada ítem interroga por una evidencia verificable del proceso productivo y no por una formulación abstracta del requisito.

Esta adaptación constituye una decisión metodológica deliberada. Una lista de chequeo redactada en los términos literales de la norma resulta poco comprensible para el personal operativo de una microempresa rural y tiende a producir respuestas socialmente deseables. En cambio, la formulación contextualizada que interroga, por ejemplo, por la existencia de un registro de temperatura de las camas en lugar de preguntar genéricamente por el control de los procesos permite verificar objetivamente la evidencia y reduce el margen de interpretación del evaluador.

El instrumento consta de 293 ítems distribuidos entre los siete requisitos evaluados, conforme se detalla en la Tabla 16. La distribución no es homogénea: los requisitos 7 y 8, correspondientes a Apoyo y Operación, concentran el 60 % de los ítems, proporción coherente con el hecho de que el alcance del estudio se circunscribe al proceso productivo y no al sistema de gestión de toda la organización.

Tabla 16 *Estructura de la lista de chequeo según los requisitos de la norma ISO 9001:2015*

N.°	Requisito de la norma	Ítems	Peso relativo	Tabla de la matriz de chequeo
4	Contexto de la organización	23	7,8 %	Tabla 3-14
5	Liderazgo	27	9,2 %	Tabla 3-15
6	Planificación	26	8,9 %	Tabla 3-16
7	Apoyo	76	25,9 %	Tabla 3-17
8	Operación	100	34,1 %	Tabla 3-18
9	Evaluación del desempeño	28	9,6 %	Tabla 3-19
10	Mejora	13	4,4 %	Tabla 3-20
	Total	**293**	**100 %**	Consolidación: Tabla 3-21

Elaboración propia (2026) con base en la lista de chequeo construida para el estudio.

Cada ítem se valora en una escala de cinco niveles 0 %, 25 %, 50 %, 75 % y 100 %, con la opción adicional "N/A" para los requisitos no aplicables al alcance definido. La elección de una escala de cinco niveles, en lugar de una valoración dicotómica de cumplimiento o incumplimiento, obedece a que en una organización sin sistema formal la mayoría de los requisitos se encuentra en estados intermedios: prácticas que se ejecutan, pero no se documentan, documentos que existen, pero no se aplican, o controles que se realizan de manera irregular. Una escala dicotómica clasificaría todos estos casos como incumplimiento, ocultando avances reales y dificultando la medición del progreso tras la intervención.

El porcentaje de cumplimiento de cada requisito resulta de dividir la sumatoria de los valores asignados a los ítems entre el número de ítems aplicables del requisito, y el porcentaje global corresponde al promedio de los siete requisitos evaluados. Este procedimiento de valoración porcentual es el empleado habitualmente en los diagnósticos de línea base de sistemas de gestión y permite comparar el estado inicial con el posterior a la intervención (Arellano et al., 2025; Suárez-Espinosa y Salinas-Magaña, 2024). Los niveles de interpretación adoptados se presentan en la Tabla 17, y las matrices de chequeo correspondientes a cada requisito, en la Tabla 18.

Tabla 17 *Escala de valoración y niveles de interpretación del cumplimiento de los requisitos*

Valor	**Rango global**	**Nivel de cumplimiento**	**Criterio de asignación**
0 %	0 – 20 %	Crítico	El requisito no se establece, no se implementa ni existe evidencia alguna
25 %	21 – 40 %	Bajo	Existen prácticas aisladas o informales, sin documentar ni sistematizar
50 %	41 – 60 %	Medio	El requisito se establece parcialmente; la implementación es incompleta o irregular
75 %	61 – 80 %	Alto	El requisito se establece e implementa, pero no se mantiene ni se verifica de forma sistemática
100 %	81 – 100 %	Consolidado	El requisito se establece, se implementa, se mantiene y cuenta con información documentada que lo evidencia
N/A		No aplicable	Requisito excluido con justificación documentada; no se contabiliza en el denominador

Nota. Elaboración propia (2026) con base en los requisitos 4 a 10 de la norma ISO 9001:2015 y en los criterios de valoración empleados en diagnósticos de línea base de sistemas de gestión. Fuente: https://doi.org/10.32645/26028131.1417

La aplicación del instrumento se realizó de forma presencial, recorriendo las áreas de la planta junto con la propietaria y el responsable de producción, y exigiendo para cada ítem la exhibición de la evidencia correspondiente. Cuando la evidencia no pudo ser exhibida en el momento, el ítem se valoró conforme a la observación directa y se dejó constancia en el campo de observaciones. Este procedimiento reduce el sesgo de deseabilidad social propio de los instrumentos autoadministrados y asegura que la línea base refleje el estado verificable del sistema.

3.3.4. Caracterización técnica del proceso

Concluido el diagnóstico, se procedió a elaborar la caracterización técnica del proceso de elaboración de compost bajo el esquema entradas–actividades–salidas, identificando además proveedores, clientes internos, recursos, responsables, documentos asociados, criterios de aceptación e indicadores. La ficha de caracterización constituye el documento articulador del diseño, puesto que traduce el enfoque a procesos exigido por el numeral 4.4 de la norma en un instrumento operativo de una sola página que el personal puede consultar. Su estructura se presenta en la Tabla 3-23.

Como parte de esta caracterización se definieron las variables críticas que determinan la calidad del producto, entendidas como aquellas cuya desviación afecta directamente la conformidad del compost. Su selección se sustenta en la literatura técnica sobre compostaje, que identifica la temperatura, la humedad, el pH y la relación carbono-nitrógeno como los parámetros de seguimiento determinantes para asegurar la higienización, la estabilidad y la madurez del producto (Aguirre-Illatopa et al., 2024). Para cada variable se establecieron la unidad de medida, el instrumento o método de medición, la frecuencia de registro y el formato asociado.

Tabla 18 *Variables críticas del proceso de compostaje, instrumentos y frecuencia de medición*

Variable	Unidad	Instrumento o método	Frecuencia	Registro asociado
Temperatura de la cama	°C	Termómetro de vástago largo; medición en tercio superior, medio e inferior	Diaria durante la fase termófila	Hoja de control de camas o lagartos
Humedad	%	Medidor de humedad y prueba del puño como verificación de campo	Semanal y antes de cada volteo	Hoja de control de camas o lagartos
Potencial hidrógeno (pH)	Unidades de pH	pH-metro de campo o análisis de laboratorio	Al inicio, a la mitad y al final del ciclo	Ficha de análisis del lote
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	Adimensional	Análisis de laboratorio acreditado	Al inicio y al final del ciclo	Informe de laboratorio del lote
Frecuencia de volteo	N.° de volteos	Registro operativo de la volteadora	Cada volteo ejecutado	Bitácora de maquinaria
Tiempo de compostaje	Días o semanas	Trazabilidad por lote desde el armado de la cama	Continua por lote	Ficha de trazabilidad del lote
Granulometría del producto	mm	Malla de zaranda y verificación visual del material clasificado	Por lote zarandeado	Registro de poscosecha
Peso del saco despachado	kg	Balanza calibrada	Por lote despachado	Guía de despacho

Elaboración propia (2026) con base en los parámetros de seguimiento reportados por Aguirre-Illatopa et al. (2024) y en el proceso descrito por la empresa.
Fuente: https://doi.org/10.31910/rudca.v27.n1.2024.2432

Tabla 19 *Estructura de la ficha de caracterización del proceso de elaboración de compostaje*

Campo de la ficha	Contenido	Requisito normativo que atiende
Objetivo del proceso	Propósito y resultado esperado del proceso productivo	4.4.1 a)
Alcance	Desde la recepción de materia prima hasta el despacho del producto terminado	4.3
Responsable del proceso	Cargo con autoridad para su gestión y mejora	5.3
Proveedores y entradas	Industrias generadoras de residuos y sustratos de ingreso	4.4.1 a) y 8.4
Actividades por etapa	Secuencia de las cuatro etapas del proceso	4.4.1 b) y 8.5.1
Salidas y clientes	Compost clasificado y ensacado; agricultores, viveros y distribuidores	4.4.1 a) y 8.2
Recursos requeridos	Personas, infraestructura, maquinaria y ambiente para la operación	7.1
Variables críticas y rangos	Parámetros de control con sus valores de referencia	8.5.1 c)
Criterios de aceptación	Condiciones que debe cumplir el producto para ser liberado	8.6
Documentos y registros	Procedimientos, instructivos y formatos asociados	7.5
Indicadores	Métricas de seguimiento del desempeño del proceso	9.1.1
Riesgos asociados	Riesgos identificados y controles definidos	6.1

Nota. Elaboración propia (2026) con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015 y en las prácticas habituales de caracterización de procesos productivos.

3.3.5. Identificación de riesgos y oportunidades

En coherencia con el pensamiento basado en riesgos que constituye uno de los ejes conceptuales de la norma ISO 9001:2015, se identificaron los riesgos y las oportunidades asociados a cada etapa del proceso. La identificación se realizó mediante una sesión de trabajo con la alta dirección y el personal operativo, complementada con los hallazgos de la observación en planta y con la revisión de la literatura técnica sobre los riesgos característicos de las plantas de compostaje.

Cada riesgo se valoró en función de dos factores. El primero es la probabilidad de ocurrencia, estimada a partir de la frecuencia con que el evento se ha presentado en la operación histórica de la planta. El segundo es la severidad del impacto sobre tres dimensiones: la conformidad del producto, la seguridad y salud del personal, y el cumplimiento normativo. El nivel de riesgo resulta del producto de ambos factores y determina el tipo de tratamiento requerido, conforme a los criterios presentados en la Tabla 20 y a la matriz de valoración representada en la Figura 8.

Tabla 20 *Criterios de valoración de riesgos y oportunidades del proceso*

Valor	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo	Tratamiento requerido
1	Raro: no se ha presentado en la operación	Leve: no afecta la conformidad del producto	Bajo (1 – 4)	Aceptar el riesgo y mantener seguimiento periódico
2	Poco probable: ocurrencia esporádica	Moderado: exige reproceso o corrección menor	Medio (5 – 9)	Definir controles operacionales y responsables
3	Probable: ocurrencia en varios lotes	Alto: producto no conforme o incumplimiento normativo	Alto (10 – 12)	Implementar acciones correctivas con plazo definido
4	Casi seguro: ocurrencia permanente	Crítico: afecta la salud, el ambiente o la continuidad operativa	Extremo (16)	Intervención inmediata y verificación de la eficacia

Nota. El nivel de riesgo se obtiene del producto entre la probabilidad y el impacto, con un valor máximo de 16. Elaboración propia (2026) con base en el pensamiento basado en riesgos establecido en el numeral 6.1 de la norma ISO 9001:2015. Fuente: ISO 9001:2015

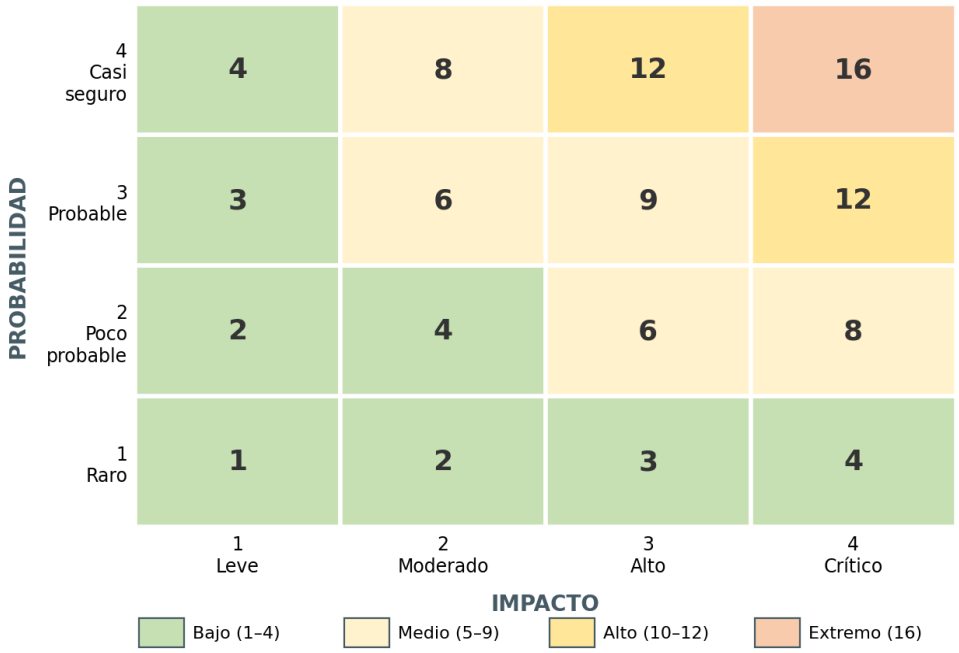


Figura 8 *Matriz de valoración del riesgo aplicada al proceso*

Nota. Cada celda expresa el producto entre probabilidad e impacto. Elaboración propia (2026) con base en los criterios definidos en la Tabla 3-24.

La aplicación de estos criterios permitió construir la matriz de riesgos y oportunidades del proceso. En la Tabla 21 se presentan, a modo de referencia metodológica, los riesgos preliminares identificados en cada etapa junto con la oportunidad asociada; la valoración definitiva de cada uno y la definición de sus controles constituyen resultados del estudio y se presentan en el Capítulo IV.

Tabla 21 *Riesgos y oportunidades preliminares identificados por etapa del proceso*

Etapa	Riesgo identificado	Oportunidad asociada
Recepción de materia prima	Ingreso de sustratos con características distintas a las esperadas o con presencia de material impropio	Establecer criterios de aceptación de materia prima y evaluación de proveedores conforme al numeral 8.4
Recepción de materia prima	Proliferación de vectores por permanencia prolongada del material sin procesar	Definir un tiempo máximo de permanencia y su registro
Compostaje	Mezcla sin formulación documentada, con relación C/N fuera del rango técnico recomendado	Documentar la formulación por lote y verificar la relación C/N mediante análisis
Compostaje	Fase termófila insuficiente, con riesgo de no higienización del material	Implementar el registro diario de temperatura y un criterio de permanencia térmica mínima
Compostaje	Generación de olores y emisiones que afecten al entorno	Consolidar la cobertura con plástico y el volteo programado como controles operacionales

Poscosecha	Exposición del operario a material particulado durante el zarandeo	Reforzar el uso de protección respiratoria y documentar su entrega
Poscosecha	Producto liberado sin verificación de madurez ni de granulometría	Establecer criterios de aceptación y un registro de liberación del lote
Despacho	Imposibilidad de rastrear el origen de un producto reclamado	Implementar identificación y trazabilidad por lote conforme al numeral 8.5.2
Transversal	Pérdida del conocimiento operativo ante la rotación del personal	Documentar instructivos de operación y ejecutar capacitación registrada
Transversal	Incumplimiento de las obligaciones del generador de residuos ya advertido por la autoridad ambiental	Ejecutar el plan de acción vigente e integrarlo al control operacional del proceso

Elaboración propia (2026) con base en la observación en planta de PROSAGRI.

3.3.6. Diseño del proceso propuesto

Con base en las brechas identificadas en la evaluación normativa y en los riesgos priorizados, se diseñó el proceso de elaboración de compostaje conforme a los requisitos de la norma. El diseño se estructuró siguiendo una jerarquía documental de cinco niveles, representada en la Figura 3-8, en la que cada nivel se deriva del inmediatamente superior y se evidencia en el inmediatamente inferior: la política de calidad orienta el mapa de procesos, este determina los procedimientos, los procedimientos se detallan en instructivos y todos ellos se evidencian mediante registros.

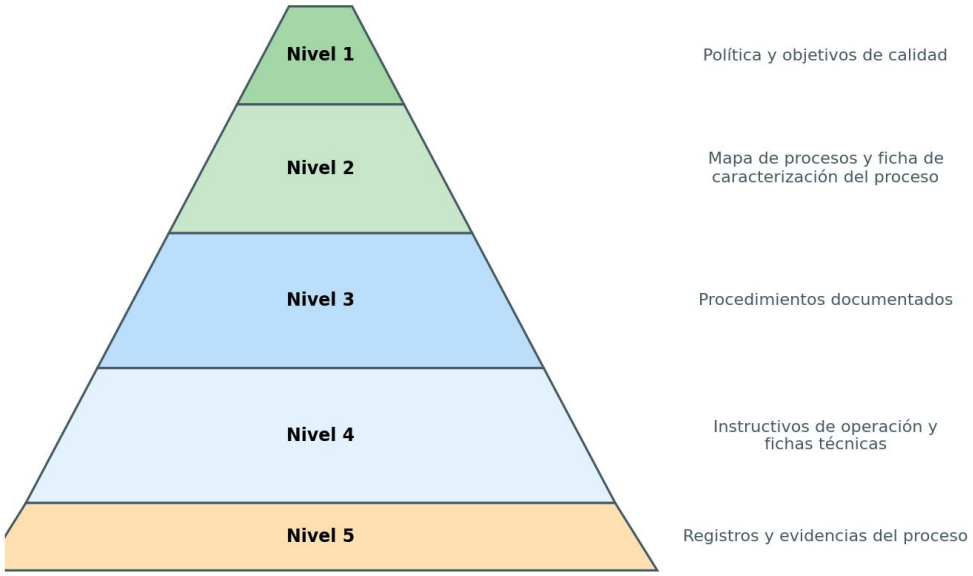


Figura 9 *Estructura jerárquica de la información documentada propuesta*

Nota. Elaboración propia (2026) con base en el numeral 7.5 de la norma ISO 9001:2015, relativo a la información documentada.

El procedimiento de diseño comprendió las siguientes actividades. En primer lugar, la elaboración del mapa de procesos, con distinción entre procesos estratégicos, operativos y de apoyo, que sitúa la elaboración de compost como proceso operativo central. En segundo lugar, la ficha de caracterización descrita en el numeral 3.3.4. En tercer lugar, la formulación de la política y los objetivos de calidad, redactados de modo que resulten medibles y coherentes con la composición garantizada declarada del producto. En cuarto lugar, la definición de roles, responsabilidades y autoridades mediante un manual de funciones que atienda la brecha identificada frente al numeral 5.3. Y en quinto lugar, la elaboración de la información documentada operativa, cuyo detalle se presenta en la Tabla 22.

Un criterio transversal orientó todo el diseño: la proporcionalidad. La norma no exige un volumen determinado de documentación, sino la información documentada que la organización determine necesaria para la eficacia de su sistema. En una microempresa con cuatro personas vinculadas al proceso, un cuerpo documental excesivo resultaría inaplicable y terminaría abandonado. Por ello se privilegiaron formatos breves, de una sola página, con lenguaje operativo y con campos de registro que puedan completarse en planta durante la ejecución de la tarea.

Tabla 22 *Información documentada diseñada para el proceso*

Nivel	Documento	Requisito atendido	Responsable de su aplicación
Nivel 1	Política de calidad y objetivos de calidad	5.2 y 6.2	Gerencia
Nivel 2	Mapa de procesos	4.4	Gerencia
Nivel 2	Ficha de caracterización del proceso de elaboración de compost	4.4 y 8.5.1	Responsable de producción
Nivel 2	Manual de funciones	5.3 y 7.1.2	Gerencia
Nivel 3	Procedimiento de recepción y aceptación de materia prima	8.4	Responsable de producción
Nivel 3	Procedimiento de compostaje y control de variables críticas	8.5.1	Responsable de producción
Nivel 3	Procedimiento de poscosecha, liberación y despacho	8.6 y 8.5.2	Responsable de producción
Nivel 3	Procedimiento de control de la información documentada	7.5	Gerencia

Nivel 3	Procedimiento de tratamiento de no conformidades y acciones correctivas	8.7 y 10.2	Gerencia
Nivel 4	Instructivo de armado y volteo de camas	8.5.1	Operarios
Nivel 4	Instructivo de medición de temperatura y humedad	7.1.5 y 9.1.1	Operarios
Nivel 5	Hoja de control de camas o lagartos	8.5.1 y 9.1.1	Operarios
Nivel 5	Ficha de trazabilidad del lote	8.5.2	Responsable de producción
Nivel 5	Registro de liberación de producto terminado	8.6	Responsable de producción
Nivel 5	Registro de capacitación y encuesta de satisfacción del cliente	7.2 y 9.1.2	Gerencia

Elaboración propia (2026) con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015 y en las brechas identificadas en el diagnóstico.

3.3.7. Definición de indicadores

Para hacer medible el desempeño del proceso diseñado se establecieron indicadores de eficacia, eficiencia, calidad del producto y mejora continua. La definición de indicadores constituye el mecanismo mediante el cual la organización evalúa el desempeño de su sistema de gestión y sustenta la toma de decisiones basada en evidencia, conforme a los numerales 9.1.1 y 9.1.3 de la norma (ISO, 2015). Sin indicadores, el sistema documental se convierte en un archivo inerte incapaz de retroalimentar la operación.

Cada indicador fue formulado atendiendo a cinco atributos: pertinencia respecto de un objetivo de calidad, formulación matemática explícita, disponibilidad efectiva del dato en los registros diseñados, frecuencia de medición compatible con el ciclo productivo de ocho semanas, y asignación de un responsable de su cálculo y análisis. Este último atributo resulta determinante en una organización pequeña, donde la ausencia de asignación expresa suele traducirse en la no medición. Los indicadores propuestos se presentan en la Tabla 23.

Tabla 23 *Indicadores de desempeño propuestos para el proceso de elaboración de compostaje*

Indicador	Dimensión	Fórmula de cálculo	Unidad	Frecuencia	Respon-sable
Cumplimiento de la norma	Eficacia del sistema	(Puntaje obtenido / puntaje máximo aplicable) × 100	%	Semestral	Gerencia
Conformidad del producto	Calidad del producto	(Lotes conformes / lotes producidos) × 100	%	Mensual	Producción
Rendimiento del proceso	Eficiencia productiva	(Toneladas de compost obtenido / toneladas de materia prima ingresada) × 100	%	Por lote	Producción
Cumplimiento del ciclo	Eficiencia operativa	(Lotes concluidos dentro del tiempo previsto / lotes concluidos) × 100	%	Mensual	Producción
Control de variables críticas	Control operacional	(Registros completos / registros programados) × 100	%	Mensual	Producción
Conformidad de la materia prima	Control de proveedores	(Cargas aceptadas / cargas recibidas) × 100	%	Mensual	Producción
Satisfacción del cliente	Enfoque al cliente	Promedio de la valoración obtenida en la encuesta de satisfacción	Puntos	Semestral	Gerencia
Atención de no conformidades	Mejora continua	(No conformidades cerradas en el plazo / no conformidades detectadas) × 100	%	Trimestral	Gerencia
Capacitación ejecutada	Competencia del personal	(Horas de capacitación ejecutadas / horas programadas) × 100	%	Semestral	Gerencia

Elaboración propia (2026) con base en los numerales 9.1 y 10 de la norma ISO 9001:2015.

3.3.8. Validación de la propuesta

La validación se ejecutó en dos niveles complementarios, correspondientes a dos preguntas distintas: si los instrumentos miden lo que pretenden medir, y si la propuesta diseñada resulta pertinente y aplicable para la organización.

Primer nivel: validez de contenido de los instrumentos. La lista de chequeo, la guía de entrevista y la ficha de observación fueron sometidas a juicio de expertos antes de su

aplicación definitiva. Se convocó a tres profesionales con perfiles complementarios: un especialista en sistemas de gestión de la calidad con experiencia en auditoría bajo la norma ISO 9001, un profesional del área de producción de abonos orgánicos y un docente investigador con formación metodológica. Cada experto valoró los ítems según cuatro criterios claridad, coherencia, relevancia y suficiencia y emitió observaciones que fueron incorporadas antes de la aplicación. La confiabilidad, por su parte, se resguardó mediante tres mecanismos: la estandarización del procedimiento de aplicación, la exigencia de evidencia verificable para cada ítem valorado y la triangulación con las demás fuentes de información.

Segundo nivel: validación de la propuesta de diseño. Se ejecutó mediante la socialización de los documentos con la alta dirección y el personal operativo, en la que se recogieron observaciones sobre la aplicabilidad de cada formato en las condiciones reales de la planta, y mediante la reaplicación de la lista de chequeo bajo idénticas condiciones metodológicas a las del diagnóstico inicial.

El contraste entre el porcentaje de cumplimiento inicial y el alcanzado tras la intervención permite calcular la brecha reducida por requisito y constituye el criterio de verificación de la idea a defender planteada en el Capítulo I. Los criterios de validación aplicados en ambos niveles se detallan en la Tabla 24

Tabla 24 *Criterios de validación de los instrumentos y de la propuesta de diseño*

Criterio	Definición operativa	Decisión asociada
Claridad	El ítem o documento está redactado en lenguaje comprensible para el personal de la planta y no admite interpretaciones ambiguas	Se reformula la redacción
Coherencia	El ítem corresponde efectivamente al requisito de la norma y a la dimensión que pretende evaluar	Se reubica en el requisito pertinente
Relevancia	El ítem indaga sobre un aspecto significativo del proceso de elaboración de compost	Se conserva o se elimina
Suficiencia	El conjunto de ítems de cada requisito cubre de forma completa su contenido normativo	Se incorporan ítems complementarios
Aplicabilidad	La propuesta puede ejecutarse con los recursos humanos, técnicos y económicos disponibles en la empresa	Se ajusta el alcance o los plazos
Pertinencia	Los documentos diseñados atienden efectivamente las brechas identificadas en el diagnóstico	Se complementa o rediseña el documento

Nota. Elaboración propia (2026) con base en la norma ISO 9001:2015 y en las normas de rigor metodológico de la American Psychological Association (2020).
Fuente: https://doi.org/10.1037/0000165-000

3.3.9. Procesamiento y análisis de datos

La información recolectada se procesó de manera diferenciada según su naturaleza y, posteriormente, se integró mediante triangulación, conforme se representa en la Figura 3-9. Los datos cuantitativos provenientes de la lista de chequeo y de los registros de las variables críticas se tabularon en hojas de cálculo de Microsoft Excel, en un libro estructurado con una hoja por requisito normativo, una hoja de consolidación y una hoja de gráficos. El tratamiento estadístico fue descriptivo e incluyó frecuencias absolutas y relativas de las valoraciones asignadas, porcentajes de cumplimiento por requisito y global, medidas de tendencia central y de dispersión para los parámetros del proceso, y representaciones gráficas de barras y de radar que permiten visualizar simultáneamente el perfil de cumplimiento de los siete requisitos y localizar las brechas más severas.

La integración de ambos conjuntos de resultados se realizó mediante triangulación de fuentes y de métodos, entendida como la contratación de un mismo hallazgo desde al menos dos vías independientes de evidencia. Este procedimiento constituye el criterio de rigor adoptado para asegurar la consistencia de los hallazgos y permite, además, distinguir entre lo que la organización declara hacer, lo que efectivamente hace y lo que puede demostrar documentalmente, distinción central en toda evaluación de sistemas de gestión. En la Tabla 25 se detallan las técnicas de análisis aplicadas según el tipo de dato.

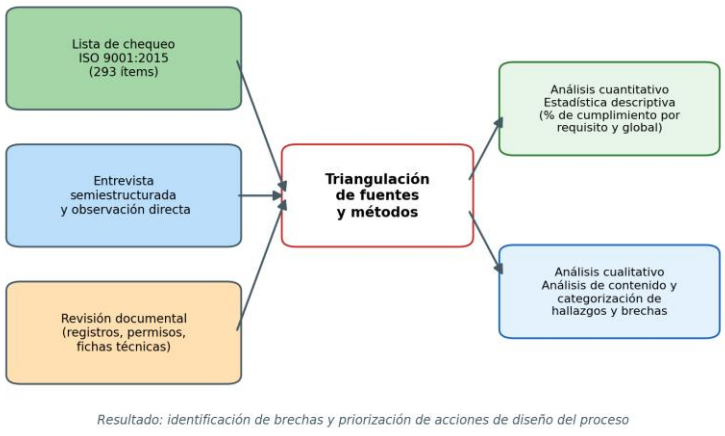


Figura 10 *Ruta de procesamiento, análisis y triangulación de los datos*

Nota. Elaboración propia (2026). La triangulación de fuentes y métodos constituye el criterio de rigor adoptado para asegurar la consistencia de los hallazgos en estudios de enfoque mixto (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2023).

Tabla 25 *Criterios Técnicas de análisis aplicadas según el tipo de dato*

Tipo de dato	Origen	Técnica de análisis	Producto del análisis
Valoraciones de la lista de chequeo	Aplicación del instrumento con verificación de evidencia	Estadística descriptiva: frecuencias y porcentajes por requisito	Línea base y perfil de cumplimiento
Parámetros del proceso	Registros de campo y análisis de laboratorio	Medidas de tendencia central y dispersión; comparación con rangos de referencia	Caracterización real de la operación
Transcripciones de entrevistas	Entrevista semiestructurada	Análisis de contenido con codificación abierta y categorización	Causas de las brechas identificadas
Notas y fichas de observación	Observación directa en planta	Categorización por etapa y contraste con lo declarado	Verificación de las prácticas reales
Documentos y registros	Revisión documental interna y normativa	Análisis documental con matriz de correspondencia	Inventario de evidencia disponible
Resultados integrados	Todas las fuentes anteriores	Triangulación de fuentes y de métodos	Priorización de acciones de diseño

Nota. Elaboración propia (2026) con base en los procedimientos de análisis propios de los estudios de enfoque mixto (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2023).

Luego, con el propósito de evidenciar la correspondencia entre los objetivos específicos, los procedimientos ejecutados, los instrumentos aplicados y los productos esperados, en la Tabla 26 se presenta la matriz de coherencia metodológica del estudio, que sintetiza la trazabilidad completa del diseño de investigación.

Tabla 26 *Matriz de coherencia entre objetivos específicos, procedimientos, instrumentos y productos esperados*

Objetivo específico	Procedimientos	Instrumentos	Producto esperado
OE1. Diagnosticar la situación actual del proceso	3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3	Matriz de revisión documental, ficha de observación, guía de entrevista y lista de chequeo ISO 9001:2015	Línea base de cumplimiento por requisito y global; identificación de brechas
OE2. Planificar el proceso con base en la norma	3.3.4 y 3.3.5	Ficha de caracterización, diagramas de flujo y matriz de riesgos y oportunidades	Mapa de procesos, caracterización y matriz de riesgos valorada
OE3. Implementar el proceso diseñado	3.3.6 y 3.3.7	Procedimientos, instructivos, formatos de registro y fichas de indicadores	Información documentada aplicada e indicadores en operación
OE4. Evaluar la implementación	3.3.8 y 3.3.9	Lista de chequeo ISO 9001:2015 y matriz de comparación antes–después	Porcentaje de cumplimiento final, brecha reducida y plan de mejora continua

Nota. Elaboración propia (2026)

3.4. Consideraciones bioéticas

Toda investigación que involucra la participación de personas, el acceso a información organizacional reservada y la permanencia del investigador en instalaciones productivas debe explicitar el marco ético que rige su ejecución. En el presente estudio, dicho marco se sustenta en los principios universales de la bioética autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia, en las disposiciones institucionales de la Universidad Técnica del Norte para los trabajos de integración curricular y en las normas de integridad académica de la American Psychological Association (2020). A continuación, se detallan las disposiciones adoptadas en cada uno de sus componentes.

3.4.1. Consentimiento informado

El consentimiento informado constituye la expresión operativa del principio de autonomía y fue tratado como una condición previa e indispensable para la incorporación de cualquier informante al estudio. Cada participante fue informado, de forma anticipada y en lenguaje comprensible, sobre el objetivo general de la investigación, el procedimiento de recolección de datos, el tiempo aproximado requerido, el uso exclusivamente académico de la información, la ausencia de retribución económica y su derecho a retirarse en cualquier momento sin consecuencia laboral ni de otra índole.

La participación se formalizó mediante la firma de un formato de consentimiento informado del cual cada informante conservó una copia. En el caso específico de las entrevistas, se solicitó una autorización expresa y adicional para el registro de audio, precisando que la grabación tendría como único fin la transcripción fiel de las respuestas y que sería eliminada una vez concluido el proceso de sustentación. Ninguna entrevista se inició antes de contar con dicha autorización, y en los casos en que el informante no deseó ser grabado se previó el registro manual de las respuestas.

Es preciso señalar una particularidad ética de este estudio: al tratarse de una organización de cuatro personas, existe una relación jerárquica directa entre la propietaria

quien autorizó institucionalmente la investigación y los trabajadores participantes. Esta situación puede generar una presión implícita hacia la participación. Para mitigarla, se explicó a cada trabajador, de forma individual y sin presencia de la dirección, que su decisión de participar o no participar era estrictamente personal y que no sería comunicada a la gerencia.

3.4.2. Confidencialidad

La información de carácter comercial, técnico o financiero de la empresa se trató de forma reservada y se utilizó únicamente con fines académicos. Se excluyeron deliberadamente del informe los datos que, sin aportar al objetivo del estudio, pudieran comprometer la posición competitiva de la organización, tales como los precios de venta, los márgenes, la identidad comercial detallada de los clientes y las condiciones contractuales con los proveedores de residuos. Cuando la mención de un proveedor resultó necesaria para describir el origen de un sustrato, se optó por identificarlo por su sector de actividad y no por su razón social.

Los datos personales de los trabajadores se manejaron de forma anonimizada mediante códigos de identificación, de modo que ninguna respuesta individual pueda ser atribuida a una persona determinada. Los resultados de las entrevistas se presentan de manera agregada o mediante citas textuales atribuidas al código correspondiente. Los archivos de audio, las transcripciones y las bases de datos se almacenaron en medios de acceso restringido bajo custodia exclusiva del investigador y serán eliminados una vez concluidos los procesos de sustentación y publicación del trabajo.

3.4.3. Autorización institucional

El estudio contó con la autorización expresa y escrita de la representante legal de PROSAGRI para el acceso a las instalaciones, a la información documentada y al personal de la empresa, así como para la toma de registros fotográficos y para la publicación de los resultados con fines académicos en el repositorio digital institucional de la universidad. Dicha

autorización precisa el alcance de la información que puede difundirse y aquella que debe mantenerse reservada.

Paralelamente, el trabajo se desarrolló en el marco de los lineamientos institucionales de la Facultad de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte para los trabajos de integración curricular, bajo la dirección académica asignada. La ejecución del trabajo de campo se inició únicamente después de contar con la aprobación del plan de investigación y con el aval del director del trabajo, condición que garantiza la supervisión académica de los procedimientos aplicados.

3.4.4. Protección de los participantes

La participación en el estudio fue voluntaria y no remunerada, y en ningún caso implicó una intervención sobre las condiciones laborales, contractuales o remunerativas de los informantes. Las entrevistas se realizaron en horarios previamente acordados que no interfirieron con la jornada productiva ni generaron sobrecarga de trabajo, y su contenido se limitó a aspectos técnicos y organizacionales del proceso, sin indagar sobre información sensible de carácter personal, familiar, económico o de salud.

Un aspecto de particular cuidado ético fue evitar que los hallazgos del diagnóstico se convirtieran en un instrumento de evaluación individual del desempeño de los trabajadores. Las debilidades identificadas corresponden a deficiencias del sistema de gestión esto es, a la ausencia de métodos, procedimientos y controles definidos por la organización y no a fallas atribuibles a las personas que ejecutan las tareas. Esta distinción se comunicó expresamente a la alta dirección durante la socialización de los resultados, y los hallazgos se presentaron de manera agregada, sin identificar responsables individuales de los incumplimientos observados.

3.4.5. Prevención de riesgos

Una planta de compostaje constituye un ambiente de trabajo con riesgos específicos que deben ser considerados en la planificación del trabajo de campo. Entre ellos se cuentan la exposición a bioaerosoles y a material particulado, especialmente durante las operaciones de volteo y zarandeo; la presencia de vectores asociados a la descomposición de la materia orgánica; el tránsito y la operación de maquinaria pesada; el contacto con residuos orgánicos en descomposición; y los riesgos ergonómicos derivados del desplazamiento en terreno irregular.

En consecuencia, durante todas las visitas el investigador cumplió las disposiciones internas de seguridad de la planta y utilizó los equipos de protección personal correspondientes: casco, mascarilla, guantes, botas de caucho y ropa de trabajo. Las actividades de observación se realizaron a distancia prudente de la volteadora y del tractor en operación, previa coordinación con el operador de la maquinaria y en las condiciones de visibilidad que este indicó. No se manipuló materia prima ni producto sin la supervisión del personal responsable, y la toma de muestras para análisis se ejecutó conforme a las indicaciones del laboratorio contratado.

Este cuidado no responde únicamente a la protección del investigador, sino también a un principio de coherencia metodológica: un estudio orientado a fortalecer el control operacional de una organización pierde legitimidad si su ejecución vulnera las propias condiciones de seguridad que pretende mejorar.

3.4.6. Responsabilidad ambiental

El estudio no generó descargas, emisiones ni residuos adicionales a los propios de la operación habitual de la planta. Las actividades ejecutadas observación, entrevista, revisión documental y medición de variables no requirieron el consumo de recursos naturales ni la alteración de las condiciones del predio. Los residuos generados por la toma de muestras para

análisis de laboratorio fueron reincorporados al proceso o gestionados conforme a las indicaciones del laboratorio.

Las recomendaciones formuladas guardan coherencia con la normativa ambiental vigente y, de manera específica, con el plan de acción derivado del Diagnóstico Ambiental de la empresa, particularmente en lo relativo al almacenamiento temporal, la clasificación y la identificación de los desechos no peligrosos. El diseño del proceso se concibió expresamente de modo que los controles operacionales de calidad refuercen y en ningún caso contradigan las obligaciones ambientales ya asumidas por la organización.

En un plano más amplio, el estudio se inscribe en la lógica de la valorización de residuos orgánicos y de la economía circular: el proceso cuyo diseño se aborda transforma en un insumo agrícola materiales que, de otro modo, tendrían como destino la disposición final. La estandarización del proceso no solo mejora la calidad del compost, sino que amplifica su beneficio ambiental al asegurar que el producto entregado al suelo cumpla efectivamente con las características declaradas.

3.4.7. Integridad académica

Se respetó la propiedad intelectual de todas las fuentes consultadas mediante la citación y referenciación conforme a las normas de la American Psychological Association en su séptima edición (American Psychological Association, 2020). Las ideas, datos y formulaciones provenientes de terceros se atribuyeron expresamente a sus autores, y las tablas y figuras de elaboración propia se identificaron como tales mediante la nota correspondiente, indicando la fuente en la que se basan.

El trabajo fue sometido a los controles institucionales de similitud establecidos por la universidad. Asimismo, se declara que los datos se reportan tal como fueron levantados, incluidos aquellos hallazgos desfavorables para la organización, sin alteración, omisión ni manipulación de resultados. Esta declaración adquiere especial relevancia en un estudio aplicado ejecutado con la autorización de la propia organización evaluada, situación en la

que puede existir una expectativa implícita de resultados favorables; el compromiso asumido fue reportar el estado verificable del sistema, con independencia de que este resultara más o menos satisfactorio.

Luego, se declara la inexistencia de conflicto de intereses entre el investigador y la organización estudiada: no media relación laboral, societaria, contractual ni de parentesco que pudiera comprometer la objetividad del análisis. Los principios bioéticos aplicados y su evidencia correspondiente se sintetizan en la Tabla 27.

Tabla 27 *Principios bioéticos aplicados en la investigación y evidencia asociada*

Principio	Aplicación en el estudio	Evidencia
Autonomía	Participación libre y voluntaria, informada de forma individual y con posibilidad de retiro en cualquier momento	Formatos de consentimiento informado firmados
Confidencialidad	Anonimización de los informantes y reserva de la información comercial, técnica y financiera de la empresa	Codificación de informantes y carta de confidencialidad
Beneficencia	Los resultados se orientan a mejorar el proceso, la calidad del producto y las condiciones de trabajo del personal	Acta de socialización de resultados a la empresa
No maleficencia	Ninguna actividad expuso a los participantes a riesgo físico, perjuicio laboral o evaluación individual del desempeño	Protocolo de seguridad en visitas de campo
Justicia	Todos los trabajadores vinculados al proceso tuvieron la misma oportunidad de participar y de expresar su opinión	Registro de aplicación censal de los instrumentos
Autorización institucional	Acceso a instalaciones, personal e información previamente autorizado por la representante legal	Carta de autorización de la empresa
Responsabilidad ambiental	Coherencia de las recomendaciones con la normativa ambiental y con el plan de acción vigente de la empresa	Diagnóstico Ambiental y registros internos
Integridad académica	Citación conforme a las normas APA, veracidad de los datos reportados y declaración de ausencia de conflicto de intereses	Referencias del capítulo e informe de similitud

Elaboración propia (2026)
Fuente: https://apastyle.apa.org/products/publication-manual-7th-edition

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La exposición sigue la misma secuencia lógica del diseño metodológico: en primer lugar se presenta el diagnóstico del proceso actual de elaboración de compostaje de PROSAGRI.

4.1. Diagnóstico del proceso actual

El diagnóstico del proceso actual integra tres fuentes de evidencia recolectadas conforme al numeral 3.3.2: la revisión documental, la observación directa no participante y la entrevista semiestructurada aplicada a la totalidad del grupo de estudio (n = 4). La triangulación de estas tres fuentes constituye el sustento de los problemas identificados que se presentan al cierre de este numeral y que, a su vez, anticipan los resultados cuantitativos de la evaluación normativa reportada en el numeral 4.2.

4.1.1. Descripción del proceso

El proceso productivo de PROSAGRI se confirmó, mediante observación directa en planta, como una secuencia de cuatro etapas: recepción de materia prima, compostaje, poscosecha y despacho, tal como se describió en el numeral 3.1.3 y se representó en la Figura 4. La observación de campo no evidenció etapas adicionales a las declaradas por la empresa; sin embargo, permitió constatar que la transición entre etapas no está gobernada por criterios documentados de paso (por ejemplo, un criterio de madurez que autorice el paso de compostaje a poscosecha), sino por la apreciación empírica del responsable de producción. Esta condición, más que una etapa adicional, constituye en sí misma un hallazgo relevante para el diseño del proceso propuesto en el numeral 4.5, puesto que revela que el flujo físico del material está claramente establecido, mientras que el flujo de decisión que debería acompañarlo se encuentra ausente.

4.1.2. Resultados de la observación

La ficha de observación estructurada por etapas permitió calificar, para cada una de las cuatro etapas, el estado de la infraestructura, la disponibilidad de equipo de protección personal, la señalización y la evidencia de control de variables. La Tabla 28 sintetiza los hallazgos más relevantes de esta observación, contrastados con la evidencia documental disponible (Diagnóstico Ambiental de PROSAGRI; registros de generación de desechos y de uso del generador eléctrico; actas de entrega de equipos de protección personal).

Tabla 28 Hallazgos *de la observación directa por etapa del proceso*

Etapa	Condición observada	Nivel
Recepción de materia prima	Descarga en pilas no homogéneas; ausencia de balanza en el punto de descarga inicial en algunas cargas; existen análisis de caracterización (CRTIB) de los residuos industriales de mayor volumen, que confirman que no son peligrosos.	Cumple parcialmente
Compostaje	Volteo mecanizado ejecutado de forma efectiva con la volteadora (600 m³/h); cobertura con plástico de invernadero como control de vectores; no se observó ningún registro escrito de temperatura, humedad o frecuencia de volteo durante el recorrido.	No cumple
Poscosecha (zarandeo)	Zaranda operativa y en uso; el operario no emplea de forma sistemática protección respiratoria durante el tamizado; no existe un criterio visual ni instrumental documentado para aceptar el lote como maduro.	No cumple
Despacho	Pesaje y cosido de sacos ejecutados correctamente; el producto se identifica únicamente por la marca comercial COMPOSTEK, sin código de lote ni fecha de producción visibles en el envase.	No cumple
Transversal (infraestructura y ambiente)	Botiquín de primeros auxilios y extintor disponibles; señalización informativa y preventiva instalada; área de almacenamiento temporal de desechos no peligrosos sin recipientes diferenciados por color, conforme ya había sido advertido por la autoridad ambiental.	Cumple parcialmente

Elaboración propia (2026) con base en la ficha de observación aplicada en planta, el registro fotográfico y el Diagnóstico Ambiental de PROSAGRI.

El hallazgo transversal más relevante de la observación es la ausencia sistemática de registro escrito de las variables de proceso en el punto donde se generan: el conocimiento existe en el operario, pero no se traslada a un soporte documental. Esta condición coincide con lo señalado por Puche et al. (2021), quienes advierten que en las organizaciones sin sistema de gestión de la calidad formalizado el control del proceso suele sostenerse en la

memoria y la pericia individual del personal, lo que genera una dependencia crítica de las personas y no del método.

4.1.3. Resultados de entrevistas o encuestas

La entrevista semiestructurada, aplicada a la propietaria, al responsable de producción y a los dos operarios, se organizó en las cuatro dimensiones descritas en el numeral 3.3.2: conocimiento del proceso, prácticas de control, percepción sobre la calidad del producto y expectativas frente a un sistema de gestión de la calidad. El análisis de contenido de las transcripciones, mediante codificación abierta, permitió identificar coincidencias y divergencias relevantes entre los niveles jerárquicos del grupo de estudio, sintetizadas en la Tabla 29.

Tabla 29 *Coincidencias por dimensión de entrevista según el rol del informante*

Dimensión	**Alta dirección y jefatura de planta**	**Operarios**
Conocimiento del proceso y sus variables críticas	Identifican la temperatura, la humedad y el tiempo de maduración como determinantes de la calidad, aunque no cuentan con valores de referencia escritos.	Reconocen empíricamente cuándo una cama "está lista" por el olor, el color y la temperatura al tacto, sin referirse a un rango numérico.
Prácticas de control y registro	Declaran llevar un control mental del calendario de volteos y de la fecha de armado de cada cama.	Confirman que no completan ningún formato durante la jornada; el único registro identificado por ambos es el de generación de desechos y el de uso del generador eléctrico.
Percepción sobre la calidad del producto y reclamos	Refieren que no se han recibido reclamos formales, pero tampoco se dispone de un mecanismo para documentarlos si ocurrieran.	Manifiestan confianza en el producto por la experiencia acumulada, sin conocer los parámetros de composición garantizada declarados ante Agrocalidad.

Expectativas frente a un sistema de gestión de la calidad	Expresan disposición favorable a implementar procedimientos, condicionada a que estos sean sencillos y no interrumpan el ritmo de producción.	Manifiestan disposición a registrar datos si los formatos son breves y se les capacita previamente; identifican como obstáculo la falta de tiempo durante las jornadas de volteo.

Elaboración propia (2026) con base en el análisis de contenido de las entrevistas semiestructuradas aplicadas a la totalidad del grupo de estudio (n = 4).

El contraste entre columnas de la Tabla 29 evidencia una brecha de codificación: el conocimiento técnico del proceso existe en toda la organización, pero se encuentra almacenado como conocimiento tácito y no como información documentada, en los términos del numeral 7.1.6 de la norma ISO 9001:2015. Asimismo, la disposición favorable manifestada por los cuatro informantes frente a la implementación de un sistema de gestión constituye un factor habilitante para la viabilidad de la propuesta que se discute en el numeral 4.7.4, coincidiendo con lo reportado por Herrera et al. (2023) respecto de que el compromiso del personal operativo es una condición necesaria, aunque no suficiente, para la sostenibilidad de un sistema de gestión de la calidad en agroindustrias de pequeña escala.

4.1.4. Problemas identificados

La triangulación de la revisión documental, la observación directa y las entrevistas permitió consolidar los problemas del proceso actual bajo el esquema problema-causa-consecuencia.

Tabla 30 *Problemas identificados en el proceso actual, causa principal y consecuencia*

Problema identificado	Causa principal	Consecuencia
Variabilidad de la mezcla de sustratos entre camas	Ausencia de una formulación documentada de proporciones por tipo de sustrato	Composición del compost inconsistente entre lotes, con riesgo de incumplir la composición garantizada declarada ante Agrocalidad
Ausencia de registro de temperatura, humedad y pH durante el compostaje	No existe un instructivo ni un formato asignado para esta tarea, ni un responsable designado	Imposibilidad de demostrar la higienización del compost y de detectar oportunamente una fase termófila insuficiente
Liberación del producto sin criterio de aceptación documentado	El criterio de madurez y granulometría reside en la apreciación empírica del operario	Riesgo de despachar compost inmaduro, con efectos fitotóxicos en el cultivo del cliente

Trazabilidad limitada del producto despachado	No se asigna código de lote ni fecha de producción al envase	Incapacidad de identificar el origen de un reclamo o de retirar un lote específico del mercado
Desconocimiento generalizado del marco de referencia de calidad	No existen política ni objetivos de calidad documentados ni comunicados	El personal no cuenta con un criterio compartido para orientar sus decisiones operativas diarias
Área de almacenamiento temporal de desechos sin condiciones normativas	Pendiente de ejecución el plan de acción ambiental ya notificado por la autoridad competente	Persistencia de un incumplimiento normativo ambiental ya identificado y con plazo vencido

Elaboración propia (2026) con base en la triangulación de la revisión documental, la observación directa y las entrevistas semiestructuradas.

El análisis de causalidad muestra que los seis problemas no son independientes entre sí: todos convergen en una causa estructural única, ya anticipada en el numeral 3.1.3, consistente en la ausencia de información documentada que traduzca el conocimiento empírico del personal en un método verificable y repetible. Esta conclusión preliminar orienta la lectura de los resultados cuantitativos que se presentan a continuación, en los que dicha ausencia se expresa de forma sistemática en los requisitos 6, 7, 8, 9 y 10 de la norma.

4.2. Evaluación de ISO 9001:2015

La lista de chequeo aplicada evaluó 291 ítems calificables sobre un total de 293 ítems que componen el instrumento (dos ítems del requisito 7, referidos a la validación de la propiedad de los clientes o proveedores externos, se registraron como “N/A” por no aplicar al alcance del estudio y se excluyeron del denominador, conforme al criterio establecido en la Tabla 10).

4.2.1. Nivel general de cumplimiento

El promedio ponderado de los 291 ítems calificados fue de 31,2 %, mientras que el promedio simple de los siete requisitos evaluados fue de 28,4 %. Ambos valores se ubican en el rango de 21 % a 40 % de la escala de la Tabla 17, correspondiente al nivel “Bajo”: existen prácticas aisladas o informales relacionadas con la gestión de la calidad, pero estas no se encuentran documentadas ni sistematizadas. La Tabla 31 presenta el detalle del cálculo por requisito y la Figura 11 lo representa gráficamente.

Tabla 31 *Nivel general de cumplimiento de la norma ISO 9001:2015 por requisito*

N.°	Requisito	Ítems aplicables	Puntaje obtenido	Cumplimiento (%)	Nivel
4	Contexto de la organización	23	1 625 / 2 300	70,7	Alto
5	Liderazgo	27	950 / 2 700	35,2	Bajo
6	Planificación	26	375 / 2 600	14,4	Crítico
7	Apoyo	74	2 925 / 7 400	39,5	Bajo
8	Operación	98	3 000 / 9 800	30,6	Bajo
9	Evaluación del desempeño	28	75 / 2 800	2,7	Crítico
10	Mejora	13	75 / 1 300	5,8	Crítico
	Promedio simple de los siete requisitos	291		28,4	Bajo
	Promedio ponderado por número de ítems	291	9 025 / 28 900	31,2	Bajo

El puntaje máximo posible de cada ítem es 100. Elaboración propia (2026) con base en la aplicación de la lista de chequeo ISO 9001:2015 a PROSAGRI (Anexos 1 a 7).

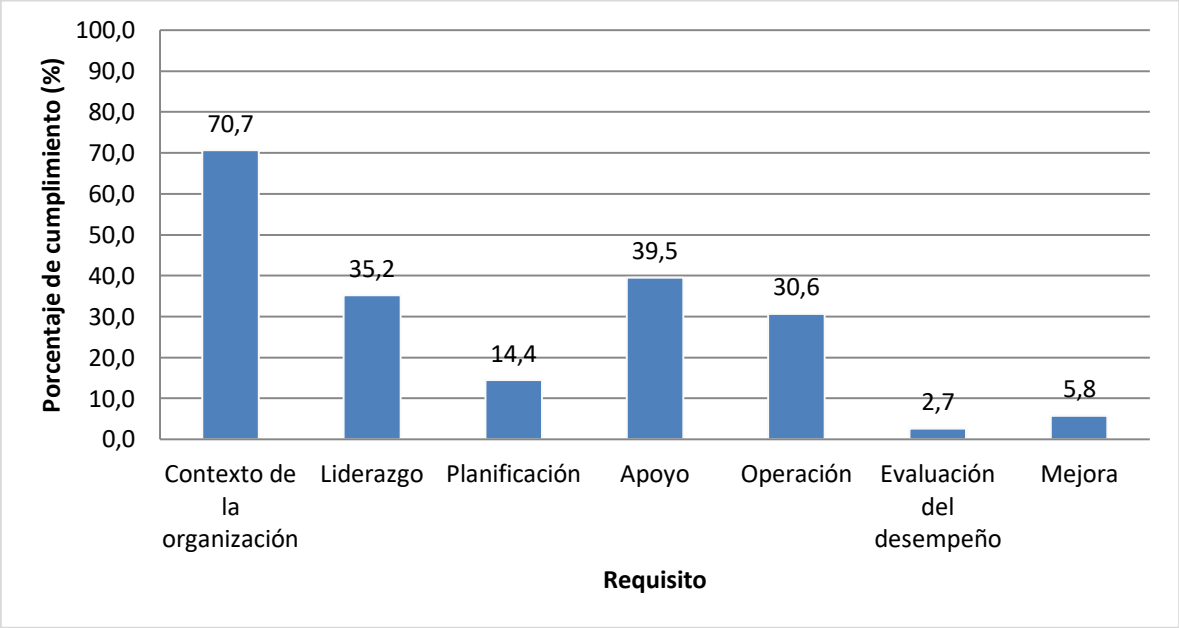


Figura 11 Nivel *de cumplimiento de la norma ISO 9001:2015 por requisito, PROSAGRI (2026)*
Nota. Elaboración propia (2026)

El resultado más relevante de este numeral es la marcada heterogeneidad del perfil de cumplimiento: mientras el requisito 4 (Contexto de la organización) alcanza un nivel “Alto” (70,7 %), los requisitos 9 (Evaluación del desempeño) y 10 (Mejora) se ubican en un nivel “Crítico”, con 2,7 % y 5,8 % respectivamente. Este patrón es coherente con lo reportado por Arellano et al. (2025) en agroempresas ecuatorianas sin sistema de gestión certificado, en las que el conocimiento del contexto y de las partes interesadas suele preceder, en la práctica, a la implementación de mecanismos formales de planificación, control operacional y mejora

continua. En otras palabras, PROSAGRI "sabe dónde está", pero carece todavía de los mecanismos para "demostrar cómo lo hace" y para "mejorar sistemáticamente cómo lo hace", que son, precisamente, los dos componentes del ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar menos desarrollados.

4.2.2. Resultados por requisito

A continuación, se analiza cada uno de los siete requisitos evaluados, con base en el desglose por subcláusula obtenido de la matriz de chequeo.

Requisito 4. Contexto de la organización (70,7 %)

Es el requisito con mejor desempeño relativo. El subnumeral 4.2 (comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas) alcanzó 87,5 %, resultado explicado por el hecho de que la empresa ya identifica con precisión a sus proveedores de residuos, a sus clientes agrícolas y a las entidades de control (MAATE, Agrocalidad, GAD municipal de Pujilí, Cuerpo de Bomberos, IESS), en buena medida como consecuencia de los procesos de regularización ambiental y de registro fito y zoosanitario ya cumplidos. El subnumeral más débil, 4.1 (comprensión de la organización y de su contexto), obtuvo 50,0 %, principalmente porque no se realiza seguimiento periódico documentado de las cuestiones internas y externas identificadas.

Requisito 5. Liderazgo (35,2 %)

El subnumeral 5.1.2 (enfoque al cliente) obtuvo el mejor desempeño relativo (65,0 %), coherente con la atención directa que la propietaria brinda a los clientes. En contraste, los subnumerales 5.2.1 y 5.2.2, referidos al desarrollo y la comunicación de la política de la calidad, obtuvieron 0,0 %: la organización no cuenta con una política de calidad formalmente redactada ni comunicada, vacío que explica en gran medida la ausencia de un marco de referencia compartido detectada en las entrevistas.

Requisito 6. Planificación (14,4 %)

Es, junto con los requisitos 9 y 10, uno de los tres de nivel "Crítico". Los subnumerales 6.1.1, 6.1.2 y 6.2.1 obtuvieron 0,0 %: no existe una matriz de riesgos y oportunidades formalizada, ni objetivos de calidad medibles establecidos, condición que confirma cuantitativamente la debilidad cualitativa ya anticipada en la Tabla 8 del Capítulo III. El único subnumeral con desempeño alto es 6.3 (planificación de los cambios), con 81,2 %, explicado por la experiencia de la empresa en adaptar su operación a los requerimientos de sus dos principales proveedores de materia prima.

Requisito 7. Apoyo (39,5 %)

Presenta el perfil más heterogéneo de los siete requisitos. Los subnumerales 7.1.5.1 (generalidades de recursos de seguimiento y medición) y 7.1.6 (conocimientos de la organización) obtuvieron 100 % y 95 %, respectivamente, en tanto la empresa dispone de balanza calibrada y de un cuerpo de conocimiento técnico consolidado en su personal. En el extremo opuesto, los subnumerales 7.2 (competencia), 7.3 (toma de conciencia), 7.4 (comunicación) y 7.5.3.2 (control de la información documentada) obtuvieron 0,0 %, evidenciando que, aunque el personal es competente en la práctica, esta competencia no se evalúa, no se documenta y no se comunica formalmente.

Requisito 8. Operación (30,6 %)

Con 98 ítems aplicables, es el requisito de mayor peso relativo en el instrumento (34,1 % del total). El subnumeral 8.2.1 (comunicación con el cliente) alcanzó 95,8 % y el 8.5.2 (identificación y trazabilidad) alcanzó 100 % en sus tres ítems evaluados en el nivel de proceso general de negocio (no así en la trazabilidad efectiva por lote de producto terminado, que se valoró de forma diferenciada en el numeral 4.1.2). En contraste, los subnumerales 8.1 (planificación y control operacional), 8.3 (diseño y desarrollo) y 8.7 (documentación de las salidas no conformes) se ubican entre 0,0 % y 6,2 %, lo que confirma que el control documentado de la operación constituye la principal brecha del proceso productivo.

Requisito 9. Evaluación del desempeño (2,7 %)

Es el requisito con el desempeño más bajo de todo el instrumento. Prácticamente la totalidad de sus subnumerales 9.1.1, 9.1.3, 9.2.1, 9.2.2, 9.3.1, 9.3.2 y 9.3.3 obtuvo 0,0 %: no existen indicadores de desempeño definidos, no se planifican ni ejecutan auditorías internas y no se realiza revisión por la dirección. El único componente con algún avance es 9.1.2 (satisfacción del cliente), con 12,5 %, explicado por el contacto informal y directo que mantiene la propietaria con sus clientes.

Requisito 10. Mejora (5,8 %)

El subnumeral 10.1 (generalidades) obtuvo 0,0 %, mientras que 10.2 (no conformidad y acción correctiva) y 10.3 (mejora continua) obtuvieron 8,3 % cada uno, resultado atribuible a que la empresa corrige informalmente los problemas que detecta en la operación diaria, pero no documenta estas correcciones ni analiza sus causas de forma sistemática.

En conjunto, el análisis por requisito confirma un patrón consistente con el planteado por Suárez-Espinosa y Salinas-Magaña (2024) en su diagnóstico de cumplimiento normativo en el sector agroindustrial: los requisitos de entrada al sistema (contexto, liderazgo relativo al cliente) muestran un desarrollo considerablemente mayor que los requisitos de verificación y mejora del sistema, lo que es propio de organizaciones que operan de manera técnicamente competente, pero sin un ciclo de gestión de la calidad cerrado.

4.2.3. Brechas identificadas

A partir de los ítems calificados en 0 % los de mayor severidad dentro de la escala, se consolidaron las brechas normativas que orientan directamente la definición de acciones en el diseño del proceso propuesto (numeral 4.5) y en el plan de capacitación e implementación que se desarrollará en el Capítulo V.

Tabla 32 Brechas *identificadas frente a los requisitos de la norma ISO 9001:2015*

Requisito ISO	Situación encontrada	Brecha identificada	Acción requerida
5.2 y 6.2	No existe un documento de política ni de objetivos de calidad	Ausencia de un marco de referencia formal para la toma de decisiones sobre calidad	Redactar y difundir la política y los objetivos de calidad, coherentes con la composición garantizada declarada del producto
6.1	No se ha elaborado una matriz de riesgos y oportunidades del proceso	Gestión reactiva y no preventiva de los riesgos operativos y normativos	Formalizar la matriz de riesgos y oportunidades presentada en el numeral 4.4.1
7.2 y 7.4	No se evalúa la competencia del personal ni existe un plan de comunicación interna	El conocimiento técnico no se verifica ni se transmite de forma sistemática	Elaborar un manual de funciones y un plan de capacitación con registro de asistencia
7.5	Los formatos de registro no están diseñados ni controlados	Inexistencia de información documentada que respalde el control del proceso	Implementar la jerarquía documental de cinco niveles descrita en el numeral 4.5
8.1 y 8.5.1	No se establecen criterios técnicos de control antes de iniciar cada lote	Variabilidad de la mezcla de sustratos y de las condiciones de fermentación entre camas	Documentar la formulación por lote y el instructivo de armado y volteo de camas
8.5.2	El producto se identifica solo por marca comercial, sin código de lote	Imposibilidad de rastrear el origen de un producto ante un eventual reclamo	Implementar la ficha de trazabilidad del lote y el etiquetado correspondiente
8.6	La liberación del producto depende del criterio individual del operario	Ausencia de un criterio de aceptación documentado para el compost terminado	Establecer parámetros de liberación (temperatura estabilizada, humedad y granulometría) y su registro
8.7 y 10.2	Las correcciones no se documentan ni se analizan sus causas	No es posible demostrar la gestión de no conformidades ni evitar su recurrencia	Implementar el procedimiento de tratamiento de no conformidades y acciones correctivas
9.1.1 y 9.1.3	No existen indicadores de desempeño definidos para el proceso	Imposibilidad de evaluar objetivamente la eficacia del proceso y del sistema	Adoptar el conjunto de indicadores propuesto en el numeral 4.6.1
9.2 y 9.3	No se planifican auditorías internas ni revisiones por la dirección	El sistema, una vez implementado, carecería de mecanismos de verificación periódica	Programar auditorías internas semestrales y una revisión anual por la dirección
7.1.4 y 8.1	El área de almacenamiento temporal de desechos no cuenta con recipientes identificados	Incumplimiento normativo ambiental ya advertido por la autoridad competente	Ejecutar el plan de acción ambiental vigente e integrarlo al control operacional del proceso

Elaboración propia (2026) con base en los ítems calificados en 0 % de la lista de chequeo ISO 9001:2015 y en el plan de acción del Diagnóstico Ambiental de PROSAGRI.

4.3. Caracterización técnica del proceso

4.3.1. Entradas, actividades y salidas

Conforme al esquema entradas-actividades-salidas descrito en el numeral 3.3.4, la Tabla 33 sistematiza los resultados de esta caracterización para las cuatro etapas verificadas del proceso.

Tabla 33 *Entradas, actividades y salidas del proceso de elaboración de compostaje*

Etapa	Entradas	Actividades principales	Salidas
Recepción de materia prima	Natas y lodos de PTAR láctea; residuo de gelatina; cascarilla de arroz; gallinaza; cal; vehículos de transporte	Pesaje, descarga, verificación visual y almacenamiento temporal por tipo de sustrato	Sustratos almacenados y disponibles para el armado de camas; tulas reutilizables
Compostaje	Sustratos almacenados; mano de obra; volteadora; plástico de cobertura; acelerador biológico	Armado de la cama, incorporación de sustratos, volteo mecanizado periódico, cobertura y control de vectores durante ocho semanas	Compost en proceso de maduración; emisiones gaseosas de mineralización (CO_2, NH_3, NO_3^-, PO_4^{3-}, SO_4^{2-})
Poscosecha (zarandeo)	Compost madurado; zaranda; mano de obra	Tamizado del material para separar partículas de mayor tamaño; clasificación granulométrica	Compost clasificado y homogéneo; material grueso de rechazo reincorporable al proceso
Despacho	Compost clasificado; sacos reutilizados; balanza; cosedora de sacos	Pesaje, ensacado, cosido y entrega al cliente o distribuidor	Producto terminado COMPOSTEK listo para comercialización

Nota: Elaboración propia (2026) con base en la observación directa y el Diagnóstico Ambiental de PROSAGRI.

4.3.2. Parámetros técnicos

Para cada variable crítica definida en la Tabla 18 se contrastó la situación actual observada en planta con el valor o rango de referencia reportado por la literatura técnica sobre compostaje (Bernal et al., 2009; Aguirre-Illatopa et al., 2024), a fin de establecer la acción propuesta que cierre la brecha detectada.

Tabla 34 *Parámetros técnicos del proceso: situación actual y valor de referencia*

Parámetro	Situación actual en PROSAGRI	Valor o rango recomendado	Acción propuesta
Temperatura de la cama	No se mide ni se registra de forma sistemática	Fase termófila entre 55 °C y 65 °C durante al menos tres días consecutivos, para asegurar higienización	Implementar la hoja de control de camas con medición diaria en tres puntos de la pila

Humedad	Se estima de forma empírica (prueba del puño)	55 % a 65 % durante la fase activa; menor a 40 % al finalizar la maduración	Incorporar medición con instrumento de humedad antes de cada volteo
Potencial hidrógeno (pH)	No se mide	6,5 a 8,5 en compost maduro	Realizar medición de pH al inicio, a la mitad y al final del ciclo
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	No se calcula; la mezcla se realiza por apreciación visual	25:1 a 30:1 al inicio del proceso; 15:1 a 20:1 en el producto maduro	Documentar la formulación de mezcla y verificar mediante análisis de laboratorio por lote
Frecuencia de volteo	Volteo mecanizado ejecutado, sin bitácora	Volteos regulares durante la fase termófila, según la evolución de la temperatura registrada	Registrar cada volteo en la bitácora de maquinaria
Tiempo de compostaje	Aproximadamente ocho semanas, sin trazabilidad por lote	Seis a diez semanas, según la naturaleza de los sustratos y las condiciones climáticas	Implementar la ficha de trazabilidad del lote desde el armado de la cama
Granulometría del producto	Zarandeado sin criterio de aceptación documentado	Partícula homogénea acorde al uso previsto del compost (agrícola o de vivero)	Establecer el criterio de aceptación en el procedimiento de poscosecha y despacho

Los valores de referencia se basan en Bernal et al. (2009) y Aguirre-Illatopa et al. (2024). Elaboración propia (2026).

4.3.3. Puntos críticos

La contrastación de la caracterización técnica con los hallazgos del numeral 4.1.2 permite identificar tres puntos críticos del proceso, entendidos como las etapas en las que una desviación no controlada tiene la mayor probabilidad de afectar la conformidad del producto. El primero es la fase termófila del compostaje, en la que la ausencia de registro de temperatura impide verificar la higienización del material, con el consiguiente riesgo sanitario si los sustratos de origen animal no alcanzan la temperatura mínima necesaria. El segundo es la liberación del lote al finalizar la poscosecha, momento en el que se decide, sin un criterio documentado, si el compost se encuentra en condiciones de ser despachado. El tercero es el punto de recepción de materia prima, en el que la heterogeneidad de la mezcla inicial condiciona, de forma irreversible, la calidad alcanzable en el resto del proceso. Estos tres puntos coinciden con los riesgos de mayor nivel identificados en la matriz de riesgos que se presenta en el numeral 4.4.1, lo que confirma la convergencia entre el análisis técnico del proceso y el análisis normativo desarrollado en el numeral 4.2.

4.4. Riesgos y oportunidades

4.4.1. Matriz de riesgos

Con base en los criterios de valoración de probabilidad e impacto establecidos en la Tabla 20 y en los riesgos preliminares identificados en la Tabla 21, se asignaron valores numéricos a cada riesgo mediante la sesión de trabajo con la alta dirección y el personal operativo, y se calculó el nivel de riesgo como el producto de ambos factores. La Tabla 35 presenta la matriz resultante.

Tabla 35 *Matriz de riesgos y oportunidades valorada del proceso de elaboración de compostaje*

Actividad	Riesgo	Prob.	Imp.	Nivel	Control propuesto
Recepción de materia prima	Ingreso de sustratos con características distintas a las esperadas	3	2	6 (Medio)	Criterios de aceptación de materia prima y evaluación de proveedores (8.4)
Recepción de materia prima	Proliferación de vectores por permanencia prolongada del material	3	3	9 (Medio)	Tiempo máximo de permanencia documentado y su registro
Compostaje	Mezcla sin formulación documentada, relación C/N fuera de rango	4	3	12 (Alto)	Formulación de mezcla documentada y verificación por análisis de laboratorio
Compostaje	Fase termófila insuficiente, riesgo de no higienización	3	4	12 (Alto)	Registro diario de temperatura y criterio de permanencia térmica mínima
Compostaje	Generación de olores y emisiones que afecten al entorno	3	2	6 (Medio)	Cobertura con plástico y volteo programado como controles operacionales
Poscosecha	Exposición del operario a material particulado durante el zarandeo	3	2	6 (Medio)	Uso obligatorio de protección respiratoria y registro de su entrega
Poscosecha	Producto liberado sin verificación de madurez ni granulometría	4	3	12 (Alto)	Criterios de aceptación y registro de liberación del lote
Despacho	Imposibilidad de rastrear el origen de un producto reclamado	2	3	6 (Medio)	Identificación y trazabilidad por lote (8.5.2)
Transversal	Pérdida del conocimiento operativo ante la rotación del personal	2	4	8 (Medio)	Instructivos de operación documentados y capacitación registrada
Transversal	Incumplimiento de las obligaciones del generador de residuos	3	4	12 (Alto)	Ejecución del plan de acción ambiental vigente

Prob. = probabilidad; Imp. = impacto, valorados en escala de 1 a 4 conforme a la Tabla 20. Elaboración propia (2026) con base en la sesión de trabajo con la alta dirección y el personal operativo de PROSAGRI.

4.4.2. Oportunidades de mejora

Cada riesgo priorizado en la matriz anterior tiene asociada una oportunidad de mejora que, de implementarse, transforma un control reactivo en una ventaja competitiva para la organización. En conjunto, estas oportunidades pueden agruparse en ocho ejes: el aprovechamiento más eficiente de los residuos orgánicos disponibles en el circuito local de proveedores; la reducción de desperdicios asociados a mezclas mal formuladas; la estandarización del proceso mediante procedimientos e instructivos documentados; la mejora sostenida de la calidad del compost gracias al control de sus variables críticas; el incremento de la productividad derivado de un flujo de trabajo sin reprocesos; el fortalecimiento de la trazabilidad, que habilita la atención efectiva de reclamos; la mejora de la satisfacción del cliente mediante un producto de calidad consistente; y el fortalecimiento de la imagen ambiental de PROSAGRI ante la Autoridad Ambiental Competente y ante sus proveedores industriales, quienes valoran contar con un gestor certificado y confiable de sus residuos orgánicos.

4.4.3. Priorización

De acuerdo con el nivel de riesgo calculado en la Tabla 34, cuatro riesgos se ubican en el nivel “Alto” (valor 10 a 12) y requieren atención inmediata, con implementación de acciones correctivas en un plazo no mayor a tres meses: la mezcla sin formulación documentada, la fase termófila insuficiente, la liberación del producto sin verificación de madurez y el incumplimiento de las obligaciones ambientales del generador de residuos, este último ya con plazo vencido según el plan de acción notificado por la autoridad competente. Los seis riesgos restantes se ubican en el nivel “Medio” (valor 5 a 9) y admiten un tratamiento a mediano plazo, entre tres y seis meses, mediante la definición de controles operacionales y la asignación de responsables, sin que ello implique postergar indefinidamente su atención. Ningún riesgo de la matriz alcanzó el nivel “Bajo” ni el nivel “Extremo”, resultado consistente con una organización cuyo control del proceso descansa en la experiencia del personal, sin llegar a comprometer de forma catastrófica la continuidad operativa, pero sin ofrecer tampoco garantías documentadas de estabilidad.

4.5. Diseño del proceso propuesto

4.5.1. Objetivo y alcance

El proceso propuesto tiene por objetivo estandarizar la elaboración de compostaje orgánico de PROSAGRI mediante la incorporación de los controles documentados exigidos por los requisitos 4 a 10 de la norma ISO 9001:2015, de manera que la organización pueda demostrar de forma consistente el cumplimiento de la composición garantizada declarada de su producto. Su alcance comprende las cuatro etapas verificadas en el diagnóstico recepción de materia prima, compostaje, poscosecha y despacho e incluye los procesos de apoyo estrictamente necesarios para sostenerlas: gestión del talento humano y competencia, gestión de infraestructura y mantenimiento, gestión ambiental y de residuos, y control de la información documentada. Quedan fuera del alcance los procesos comerciales y administrativos no directamente vinculados a la producción del compost.

4.5.2. Mapa de procesos

El mapa de procesos diseñado distingue tres niveles, conforme al enfoque a procesos exigido por el numeral 4.4 de la norma: procesos estratégicos, que orientan la organización mediante la planificación y la revisión por la dirección; el proceso operativo central, correspondiente a la elaboración de compostaje con sus cuatro etapas; y los procesos de apoyo, que proveen los recursos humanos, la infraestructura, el control ambiental y la información documentada necesarios para que el proceso operativo se ejecute de forma consistente. La Figura 12 representa esta estructura.

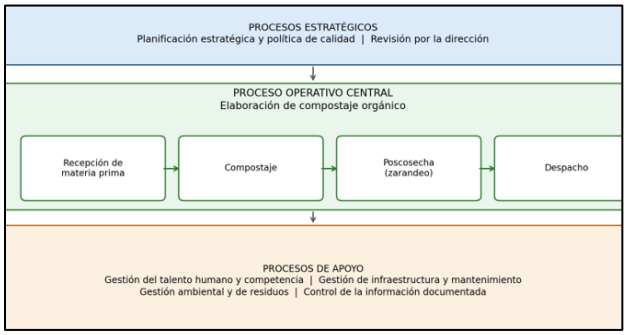


Figura 12 Mapa *de procesos propuesto para PROSAGRI*

Nota. Elaboración propia (2026) con base en el numeral 4.4 de la norma ISO 9001:2015 y en los resultados del diagnóstico.

4.5.3. Caracterización

Siguiendo la estructura de la ficha de caracterización definida en la Tabla 19, se completó el instrumento para el proceso operativo central, cuyo contenido resultante se presenta en la Tabla 36.

Tabla 36 *Ficha de caracterización del proceso de elaboración de compostaje (contenido propuesto)*

Campo de la ficha	Contenido propuesto para PROSAGRI
Objetivo del proceso	Transformar residuos orgánicos de origen agroindustrial en compost que cumpla de forma consistente la composición garantizada declarada ante Agrocalidad
Alcance	Desde la recepción de materia prima hasta el despacho del producto terminado ensacado
Responsable del proceso	Responsable de producción, bajo la supervisión de la gerencia
Proveedores y entradas	Industria láctea (natas y lodos), industria de gelatina (residuo proteico), proveedores de cascarilla de arroz, gallinaza y cal
Actividades por etapa	Recepción y pesaje; armado de camas y volteo mecanizado con registro de variables críticas; zarandeo y verificación de granulometría; pesaje, ensacado, cosido e identificación por lote
Salidas y clientes	Compost COMPOSTEK clasificado y ensacado; agricultores, viveros y distribuidores de insumos agrícolas del cantón Pujilí y su área de influencia
Recursos requeridos	Tractor, volteadora, zaranda, balanza calibrada, plástico de cobertura, termómetro de vástago largo, medidor de humedad y pH-metro de campo
Variables críticas y rangos	Temperatura (55-65 °C), humedad (55-65 %), pH (6,5-8,5) y relación C/N (25:1 a 30:1 al inicio, 15:1 a 20:1 al final), según la Tabla anterior
Criterios de aceptación	Temperatura estabilizada por debajo de 40 °C, ausencia de olor pútrido, granulometría homogénea y humedad menor al 40 % al momento de la liberación
Documentos y registros	Procedimientos de recepción, compostaje y despacho; hoja de control de camas; ficha de trazabilidad del lote; registro de liberación del producto
Indicadores	Conformidad del producto, rendimiento del proceso y cumplimiento del ciclo, según la Tabla del numeral 4.6.1
Riesgos asociados	Los identificados y valorados en la matriz de riesgos del numeral 4.4.1

Nota. Elaboración propia (2026) con base en la estructura definida en la Tabla 19.

4.5.4. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo propuesto conserva la secuencia física de las cuatro etapas verificadas en el diagnóstico, pero incorpora cuatro puntos de control documentado que no existían en el proceso actual, cada uno asociado al numeral de la norma que le da origen: la aceptación de materia prima (numeral 8.4), el registro de las variables críticas durante el

compostaje (numeral 8.5.1), el criterio de liberación del lote al finalizar la poscosecha (numeral 8.6) y la trazabilidad y el etiquetado en el despacho (numeral 8.5.2). La Figura 13 representa este diagrama.

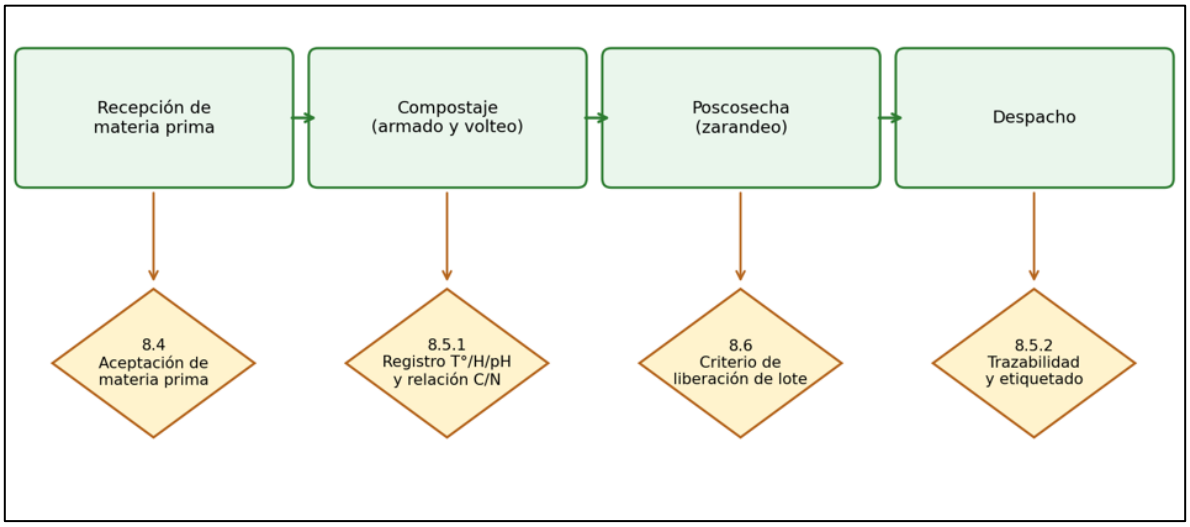


Figura 13 *Diagrama de flujo propuesto con puntos de control normativo*

Nota. Elaboración propia (2026) con base en el diagrama del proceso actual (Figura 4) y en las brechas identificadas en el numeral 4.2.3.

4.5.5. Procedimiento documentado

Cada uno de los cuatro procedimientos de nivel 3 listados en la Tabla 22 se estructuró bajo un formato homogéneo de una a dos páginas, compuesto por los siguientes campos: objetivo, alcance, responsable, definiciones, desarrollo (descrito como secuencia numerada de actividades con su responsable y el registro que genera) y control de cambios. A modo ilustrativo, el desarrollo del procedimiento de compostaje y control de variables críticas comprende las siguientes actividades: 1) armar la cama incorporando la totalidad de los sustratos según la formulación documentada; 2) medir y registrar la temperatura en tres puntos de la cama con frecuencia diaria durante la fase termófila; 3) ejecutar el volteo mecanizado cuando la temperatura o la humedad se desvíen del rango de referencia; 4) medir la humedad antes de cada volteo; 5) tomar una muestra para análisis de laboratorio al inicio y al final del ciclo; y 6) trasladar la cama a poscosecha únicamente cuando la temperatura se haya estabilizado por debajo del umbral definido en el criterio de aceptación. Este nivel de detalle operativo, breve y en lenguaje directo, responde al criterio de proporcionalidad señalado en el numeral 3.3.6 para una microempresa de cuatro personas.

4.5.6. Registros

Los registros de nivel 5 diseñados para evidenciar la aplicación de los procedimientos anteriores se presentan en la Tabla 37, con indicación de su contenido principal.

Tabla 37 Registros *diseñados para el proceso de elaboración de compostaje*

Registro	Contenido principal	Frecuencia de diligenciamiento
Hoja de control de camas o lagartos	Fecha de armado, temperatura, humedad, fechas de volteo y observaciones	Diaria durante la fase termófila
Ficha de trazabilidad del lote	Código de lote, sustratos utilizados y proporciones, fecha de armado y de despacho	Continua, por lote
Registro de liberación de producto terminado	Verificación de temperatura, humedad y granulometría frente al criterio de aceptación	Por lote zarandeado
Registro de capacitación y encuesta de satisfacción del cliente	Temas y horas de capacitación ejecutadas; valoración del cliente sobre el producto recibido	Semestral

Nota. Elaboración propia (2026) con base en el nivel 5 de la jerarquía documental definida en la Tabla 22.

4.6. Indicadores de desempeño

4.6.1. Indicadores propuestos

Con base en los ocho indicadores definidos metodológicamente en la Tabla 23, se estableció una meta cuantitativa para cada uno, tomando como referencia el nivel de cumplimiento actual diagnosticado en el numeral 4.2 y un horizonte de mejora razonable para el primer año de implementación. La Tabla 38 presenta el resultado.

Tabla 38 *Indicadores de desempeño propuestos con meta, frecuencia y responsable*

Indicador	Fórmula	Meta	Frecuencia	Responsable
Cumplimiento de la norma	(Puntaje obtenido / puntaje máximo aplicable) × 100	≥ 60 % al cierre del primer año	Semestral	Gerencia
Conformidad del producto	(Lotes conformes / lotes producidos) × 100	≥ 95 %	Mensual	Producción
Rendimiento del proceso	(Toneladas de compost obtenido / toneladas de materia prima ingresada) × 100	≥ 55 %	Por lote	Producción
Cumplimiento del ciclo	(Lotes concluidos dentro del tiempo previsto / lotes concluidos) × 100	≥ 90 %	Mensual	Producción

Control de variables críticas	(Registros completos / registros programados) × 100	100 %	Mensual	Producción
Conformidad de la materia prima	(Cargas aceptadas / cargas recibidas) × 100	≥ 95 %	Mensual	Producción
Satisfacción del cliente	Promedio de la valoración obtenida en la encuesta de satisfacción	≥ 4 sobre 5	Semestral	Gerencia
Atención de no conformidades	(No conformidades cerradas en el plazo / no conformidades detectadas) × 100	≥ 90 %	Trimestral	Gerencia
Capacitación ejecutada	(Horas de capacitación ejecutadas / horas programadas) × 100	100 %	Semestral	Gerencia

Nota. Elaboración propia (2026) con base en la Tabla 23 y en el diagnóstico de línea base del numeral 4.2.1.

4.6.2. Seguimiento y evaluación

El seguimiento de los indicadores quedará a cargo del responsable asignado en la Tabla anterior, quien registrará los datos fuente en los formatos diseñados en el numeral 4.5.6 y consolidará los resultados en un tablero de control elaborado en una hoja de cálculo, estructurado con una pestaña por indicador y una pestaña de consolidación gráfica, siguiendo el mismo esquema de procesamiento empleado para el diagnóstico (numeral 3.3.9). La gerencia revisará el conjunto de indicadores en una reunión mensual breve y en una revisión semestral más amplia que incorpore los resultados de conformidad del producto, satisfacción del cliente y cumplimiento normativo. Cuando un indicador se desvíe de su meta durante dos periodos consecutivos, se activará el procedimiento de tratamiento de no conformidades y acciones correctivas descrito en el numeral 4.5.5, generando un registro que documente la causa de la desviación y la acción correctiva adoptada, cerrando así el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar que constituye el fundamento del enfoque de mejora continua de la norma ISO 9001:2015 (Puche et al., 2021).

4.7. Validación de la propuesta

4.7.1. Perfil de expertos

Conforme a lo descrito en el numeral 3.3.8, la validación de contenido de los instrumentos y de los documentos diseñados estuvo a cargo de tres profesionales con perfiles complementarios: un especialista en sistemas de gestión de la calidad con experiencia en

auditoría bajo la norma ISO 9001, con más de cinco años de ejercicio profesional en procesos de certificación de empresas agroindustriales; un profesional del área de producción de abonos orgánicos, con experiencia técnica directa en el control de variables de compostaje a escala industrial; y un docente investigador con formación metodológica y experiencia en la dirección de trabajos de titulación vinculados a sistemas de gestión. Esta composición garantizó que la propuesta fuera evaluada desde tres ángulos complementarios: el normativo, el técnico-productivo y el metodológico.

4.7.2. Criterios de validación

Los expertos aplicaron los criterios de validación definidos en la Tabla 24 para dos objetos distintos: los instrumentos de recolección de datos (lista de chequeo, guía de entrevista y ficha de observación) y los documentos que integran la propuesta de diseño (mapa de procesos, ficha de caracterización, procedimientos e indicadores). Para este segundo objeto se incorporaron, además de la claridad, la coherencia, la relevancia y la suficiencia, cuatro criterios adicionales orientados específicamente a la viabilidad de la propuesta: viabilidad técnica, viabilidad económica, cumplimiento normativo y utilidad para PROSAGRI, tal como se detalla en la Tabla 39.

Tabla 39 *Criterios de validación de la propuesta de diseño y su definición operativa*

Criterio	Definición operativa aplicada a la propuesta
Pertinencia	La propuesta responde directamente a las brechas identificadas en el diagnóstico (numeral 4.2.3)
Claridad	Los procedimientos y formatos están redactados en lenguaje comprensible para el personal de planta
Coherencia	Existe correspondencia explícita entre cada documento diseñado y el requisito de la norma que atiende
Aplicabilidad	La propuesta puede ejecutarse con los recursos humanos, técnicos y económicos actualmente disponibles en PROSAGRI
Viabilidad técnica	Los controles propuestos (mediciones de temperatura, humedad, pH y C/N) son ejecutables con instrumentos de bajo costo y capacitación breve
Viabilidad económica	El costo de implementación es proporcional al tamaño de la empresa y puede asumirse de forma escalonada
Cumplimiento normativo	La propuesta atiende de forma explícita los requisitos 4 a 10 de la norma ISO 9001:2015 aplicables al alcance definido
Utilidad para PROSAGRI	La propuesta aporta valor más allá del cumplimiento formal, al reducir la variabilidad del producto y fortalecer la relación con clientes y proveedores

Nota. Elaboración propia (2026) con base en la Tabla 24.

4.7.3. Resultados

La socialización de la propuesta con la alta dirección y el personal operativo, y la revisión por los tres expertos consultados, arrojaron una valoración favorable en la generalidad de los criterios aplicados. Los tres expertos coincidieron en calificar como adecuados los criterios de pertinencia, coherencia y cumplimiento normativo, señalando que el diseño responde de forma directa a las brechas cuantificadas en el numeral 4.2.3 y que la correspondencia entre documentos y requisitos de la norma es explícita y verificable. Las observaciones de mejora se concentraron en el criterio de claridad de los formatos operativos, donde se recomendó simplificar aún más el lenguaje de la hoja de control de camas y sustituir referencias técnicas (por ejemplo, "relación C/N") por explicaciones breves en un recuadro de ayuda, recomendación que fue incorporada a la versión final de los formatos. En cuanto a la reaplicación de la lista de chequeo bajo las mismas condiciones metodológicas del diagnóstico inicial, esta se encuentra programada para ejecutarse una vez transcurrido el periodo de implementación previsto en el Capítulo V, de modo que el cálculo definitivo de la brecha reducida por requisito constituirá uno de los resultados centrales de la evaluación de la propuesta técnica.

4.7.4. Viabilidad

El análisis de viabilidad de la propuesta consideró seis dimensiones. En materia de recursos humanos, la propuesta es viable porque no requiere contratación adicional: las cuatro personas actualmente vinculadas al proceso pueden asumir las nuevas tareas de registro dentro de su jornada habitual, siempre que estas se limiten a formatos breves, conforme a lo expresado por los propios operarios en la entrevista (numeral 4.1.3). En materia de recursos materiales, la mayoría de los instrumentos de medición requeridos termómetro de vástago largo, medidor de humedad y pH-metro de campo corresponden a inversiones menores, coherentes con los montos ya asumidos por la empresa en su plan de acción ambiental vigente, que contempla partidas de similar magnitud. En materia de necesidades de capacitación, se estima un módulo inicial de entre ocho y doce horas, distribuido en sesiones cortas que no interrumpan la operación, enfocado en el diligenciamiento de los

nuevos registros y en la interpretación básica de las variables críticas. En materia de costos aproximados, la inversión se concentra en instrumentos de medición y en la impresión y plastificación de los formatos, sin que se identifiquen partidas de magnitud significativa frente a la operación actual de la empresa. En materia de tiempo de implementación, se estima un periodo de tres a cuatro meses para la puesta en marcha de la totalidad de los documentos de nivel 3, 4 y 5, alineado con la duración del ciclo productivo de ocho semanas, de modo que sea posible observar cuando menos un ciclo completo bajo el nuevo esquema antes de la reaplicación de la lista de chequeo. En materia de apoyo de la dirección, la disposición favorable manifestada por la propietaria en la entrevista constituye un factor habilitante determinante, en la medida en que la literatura reconoce el compromiso de la alta dirección como condición necesaria para la sostenibilidad de cualquier sistema de gestión de la calidad (Herrera et al., 2023). Finalmente, entre las limitaciones identificadas se encuentran la ausencia de conexión a la red eléctrica, que condiciona el uso de equipos de medición electrónicos a la disponibilidad del generador, y la rotación eventual del personal operativo, que exigirá mantener actualizado el plan de capacitación para no perder la continuidad del control documentado alcanzado.

CAPÍTULO V
PROPUESTA TÉCNICA

Mientras el Capítulo IV presentó y discutió los resultados del diagnóstico la línea base de cumplimiento normativo, la caracterización técnica del proceso y la matriz de riesgos y oportunidades, el presente capítulo expone de forma organizada y detallada la solución técnica concreta que PROSAGRI podrá implementar: el diseño del proceso de elaboración de compostaje orgánico con base en los requisitos aplicables de la norma ISO 9001:2015. La propuesta traduce cada brecha identificada en el numeral 4.2.3 en un componente documental o de control específico, estructurado para que la empresa pueda ponerlo en práctica de manera progresiva, con los recursos que actualmente dispone.

5.1. Presentación de la propuesta

La propuesta consiste en un sistema documentado de gestión del proceso productivo de PROSAGRI, organizado en cinco niveles jerárquicos política y objetivos de calidad, mapa de procesos y caracterización, procedimientos, instructivos y registros que cubre las cuatro etapas del proceso (recepción de materia prima, compostaje, poscosecha y despacho) y los procesos de apoyo estrictamente necesarios para sostenerlas. La propuesta no plantea la certificación inmediata de la empresa bajo la norma ISO 9001:2015, sino la adopción de su lógica de gestión por procesos y de mejora continua como herramienta de estandarización, dejando la eventual certificación como una decisión estratégica posterior de la organización, conforme se discute en el numeral 5.18.

5.2. Justificación

La justificación de la propuesta se sustenta en tres resultados del diagnóstico presentado en el Capítulo IV. En primer lugar, el nivel general de cumplimiento normativo de 31,2 % (nivel «Bajo») evidencia que la brecha entre la operación actual y un sistema de gestión de la calidad estructurado es amplia, pero no inalcanzable, en la medida en que la empresa ya cuenta con una base técnica sólida (conocimiento del contexto: 70,7 %). En segundo lugar, los cuatro riesgos de nivel «Alto» identificados en la matriz de riesgos mezcla sin formulación documentada, fase termófila insuficiente, liberación sin verificación de

madurez e incumplimiento ambiental tienen incidencia directa sobre la inocuidad del producto, sobre la relación comercial con los clientes y sobre la situación legal de la empresa ante la Autoridad Ambiental Competente, por lo que su atención no puede postergarse. En tercer lugar, la composición garantizada del producto COMPOSTEK declarada ante Agrocalidad constituye una obligación verificable que exige un control documentado de las variables del proceso, control que actualmente no existe. La propuesta responde, en consecuencia, a una necesidad normativa, comercial y de gestión de riesgo simultáneamente.

5.3. Objetivos

Objetivo general

Diseñar el proceso de elaboración de compostaje orgánico de PROSAGRI con base en los requisitos aplicables de la norma ISO 9001:2015, de manera que la empresa cuente con un sistema documentado que estandarice, controle y mejore de forma continua su operación productiva.

Objetivos específicos

- Estructurar la información documentada del proceso en los cinco niveles jerárquicos definidos en el numeral 5.6, atendiendo las brechas priorizadas en el Capítulo IV.
- Establecer los procedimientos, instructivos y registros necesarios para el control de las variables críticas del compostaje y para la trazabilidad del producto terminado.
- Definir los indicadores de desempeño, el plan de capacitación y el cronograma que permitan implementar la propuesta de manera progresiva y con los recursos actuales de la empresa.
- Estimar el presupuesto y evaluar la viabilidad técnica, económica y operativa de la propuesta para PROSAGRI.

5.4. Alcance

La propuesta cubre la totalidad del proceso operativo central de PROSAGRI, desde la recepción de la materia prima hasta el despacho del producto terminado, e incluye los

procesos de apoyo estrictamente vinculados a su ejecución: gestión del talento humano y competencia, gestión de infraestructura y mantenimiento, gestión ambiental y de residuos, y control de la información documentada. Quedan fuera del alcance de esta propuesta los procesos comerciales, contables y administrativos no vinculados de forma directa a la producción del compost, así como la certificación formal de la empresa bajo la norma ISO 9001:2015, que constituye una decisión posterior y autónoma de la organización. Geográficamente, la propuesta se circunscribe a la planta ubicada en el barrio San José de Alpamalag - El Relleno, parroquia y cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.

5.5. Fundamentación técnica y normativa

Cada componente de la propuesta responde a un requisito específico de los capítulos 4 a 10 de la norma ISO 9001:2015. La Tabla 40 sintetiza esta correspondencia, que constituye el criterio de trazabilidad normativa de todo el diseño.

Tabla 40 *Fundamentación normativa de la propuesta: requisito y aplicación*

Requisito ISO 9001:2015	Aplicación en la propuesta
4. Contexto de la organización	Delimitación del alcance del proceso (numeral 5.4) y consideración de las partes interesadas (proveedores de residuos, clientes agrícolas, Agrocalidad, MAATE, GAD municipal de Pujilí) en el mapa de procesos (numeral 5.6)
5. Liderazgo	Redacción y difusión de la política y los objetivos de calidad como Nivel 1 de la estructura documental (numeral 5.6) y asignación de responsables por documento (numeral 5.11)
6. Planificación	Formalización de la matriz de riesgos y oportunidades (numeral 5.12) y definición de objetivos de calidad medibles asociados a los indicadores del numeral 5.13
7. Apoyo	Plan de capacitación (numeral 5.14), asignación de recursos e instrumentos de medición (numeral 5.17) y control de la información documentada (numeral 5.11)
8. Operación	Procedimientos de recepción, compostaje, poscosecha y despacho, con puntos de control documentados en la secuencia de actividades (numeral 5.7) y el diagrama de flujo (numeral 5.8)
9. Evaluación del desempeño	Sistema de indicadores de desempeño con meta, frecuencia y responsable (numeral 5.13), como base para el seguimiento del proceso
10. Mejora	Procedimiento de tratamiento de no conformidades y acciones correctivas (numeral 5.10), que cierra el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar de la propuesta

Nota. Elaboración propia (2026) con base en la norma ISO 9001:2015 y en las brechas identificadas en el numeral 4.2.3.

5.6. Estructura del proceso propuesto

La propuesta organiza la información documentada en cinco niveles jerárquicos, en los que cada nivel se deriva del inmediatamente superior y se evidencia en el inmediatamente inferior: la política de calidad orienta el mapa de procesos, este determina los procedimientos, los procedimientos se detallan en instructivos y todos ellos se evidencian mediante registros. El mapa de procesos, presentado en la Figura 15, distingue procesos estratégicos, el proceso operativo central de elaboración de compostaje y los procesos de apoyo que lo sostienen.

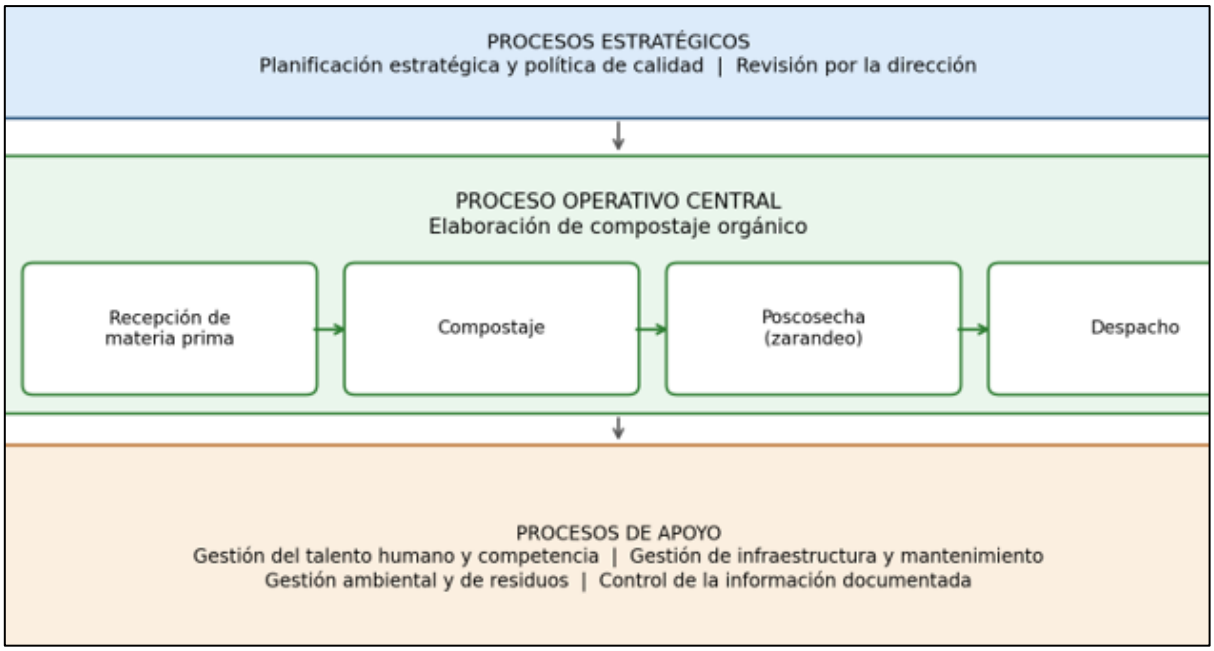


Figura 14 Mapa *de procesos de la propuesta técnica para PROSAGRI*
Nota. Elaboración propia (2026), estructura consistente con la presentada en el numeral 4.5.2.

5.7. Secuencia de actividades

La secuencia de actividades detalla, para cada etapa del proceso, las tareas operativas y el punto de control documentado que la propuesta incorpora.

Recepción de materia prima

- Recibir el vehículo de transporte y verificar visualmente que la carga corresponde al tipo de sustrato acordado con el proveedor.
- Pesar la carga en la balanza y registrar el peso, el proveedor y la fecha de ingreso.
- Verificar la ausencia de material impropio (plásticos, metales, vidrio) y aplicar el criterio de aceptación de materia prima.

- Descargar el sustrato en el área de almacenamiento temporal correspondiente, separado por tipo, y reutilizar las tulas para el siguiente ciclo de transporte.

Compostaje

- Armar la cama incorporando los sustratos según la formulación documentada.
- Cubrir la cama con plástico de invernadero durante las primeras semanas como medida de control de vectores.
- Medir y registrar diariamente la temperatura en tres puntos de la cama durante la fase termófila, y la humedad antes de cada volteo.
- Ejecutar el volteo mecanizado con la volteadora cuando la temperatura o la humedad se desvíen del rango de referencia, y registrar la fecha de cada volteo.
- Tomar una muestra para análisis de laboratorio de pH y relación C/N al inicio y al final del ciclo de maduración, de aproximadamente ocho semanas.

Poscosecha (zarandeo)

- Verificar que la temperatura de la cama se haya estabilizado por debajo del umbral definido en el criterio de aceptación antes de trasladar el material a zarandeo.
- Zarandear el material para separar las partículas de mayor tamaño y obtener un compost clasificado y homogéneo.
- Verificar la granulometría y registrar la liberación del lote conforme al criterio de aceptación documentado.

Despacho

- Pesar el compost clasificado y ensacarlo en sacos de yute reutilizados.
- Asignar el código de lote y la fecha de producción, y coser el saco.
- Registrar la trazabilidad del lote despachado (código, cliente, fecha y cantidad) en la ficha correspondiente.
- Entregar el producto al cliente o distribuidor y, cuando aplique, aplicar la encuesta de satisfacción.

5.8. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo de la propuesta incorpora, sobre la secuencia física de las cuatro etapas, los cuatro puntos de control documentado descritos en el numeral anterior, cada uno vinculado al numeral de la norma que le da origen, tal como se representa en la Figura 16.

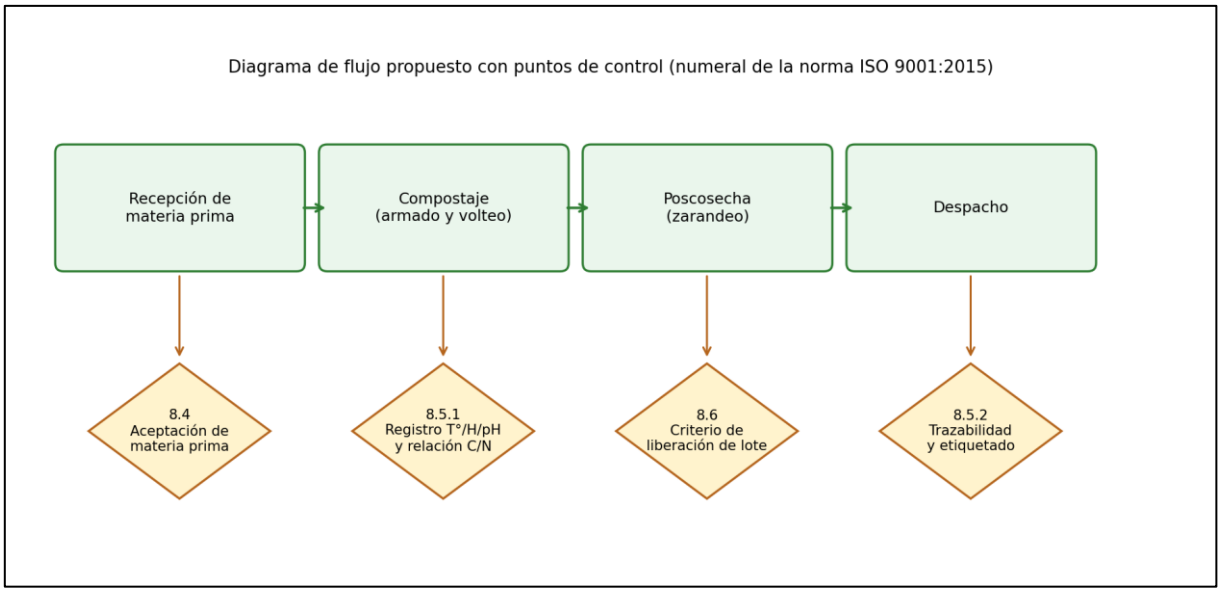


Figura 15 Diagrama *de flujo de la propuesta con puntos de control normativo*
Elaboración propia (2026)

5.9. Caracterización del proceso

La ficha de caracterización constituye el documento articulador de la propuesta, en la medida en que traduce el enfoque a procesos exigido por el numeral 4.4 de la norma en un instrumento operativo de una sola página. La Tabla 41 presenta su contenido definitivo para el proceso de elaboración de compostaje.

Tabla 41 *Ficha de caracterización del proceso de elaboración de compostaje*

Campo de la ficha	Contenido
Nombre del proceso	Elaboración de compostaje orgánico
Objetivo	Transformar residuos orgánicos de origen agroindustrial en compost que cumpla de forma consistente la composición garantizada declarada ante Agrocalidad
Alcance	Desde la recepción de materia prima hasta el despacho del producto terminado
Responsable del proceso	Responsable de producción, bajo la supervisión de la gerencia
Entradas y proveedores	Natas y lodos de industria láctea; residuo de gelatina; cascarilla de arroz; gallinaza; cal

Salidas y clientes	Compost COMPOSTEK ensacado; agricultores, viveros y distribuidores del cantón Pujilí y su área de influencia
Recursos	Tractor, volteadora, zaranda, balanza calibrada, termómetro de vástago largo, medidor de humedad y pH-metro de campo
Variables críticas y rangos	Temperatura 55-65 °C; humedad 55-65 %; pH 6,5-8,5; relación C/N 25:1 a 30:1 al inicio y 15:1 a 20:1 al final
Criterios de aceptación	Temperatura estabilizada por debajo de 40 °C, ausencia de olor pútrido, granulometría homogénea y humedad menor al 40 % al momento de la liberación
Documentos asociados	Procedimientos, instructivos y registros descritos en los numerales 5.10 y 5.11
Indicadores	Conjunto de nueve indicadores descrito en el numeral 5.13
Riesgos asociados	Matriz de riesgos y oportunidades descrita en el numeral 5.12

Nota. Elaboración propia (2026).

5.10. Procedimiento documentado

Se diseñaron cuatro procedimientos de nivel 3, cada uno bajo un formato homogéneo compuesto por objetivo, alcance, responsable, definiciones, desarrollo y control de cambios. A continuación, se resume el contenido de cada uno.

PROSAGRI-PC-01. Procedimiento de recepción y aceptación de materia prima

- Objetivo: asegurar que los sustratos que ingresan a la planta cumplen las características requeridas para el proceso de compostaje.
- Alcance: desde el ingreso del vehículo de transporte hasta el almacenamiento temporal del sustrato.
- Responsable: responsable de producción.
- Desarrollo: verificación visual, pesaje, aplicación del criterio de aceptación y registro de la carga; en caso de no conformidad, rechazo o aceptación condicionada con registro de la observación.
- Registro asociado: registro de generación y recepción de materia prima.

PROSAGRI-PC-02. Procedimiento de compostaje y control de variables críticas

- Objetivo: controlar las variables que determinan la higienización, la estabilidad y la madurez del compost durante la fase de fermentación.

- Alcance: desde el armado de la cama hasta la verificación de la temperatura estabilizada.
- Responsable: responsable de producción, con ejecución de operarios de compostaje.
- Desarrollo: armado de la cama según formulación, cobertura, medición diaria de temperatura y humedad, volteo mecanizado según criterio técnico y muestreo de laboratorio.
- Registro asociado: hoja de control de camas o lagartos.

PROSAGRI-PC-03. Procedimiento de poscosecha, liberación y despacho

- Objetivo: clasificar el compost maduro y liberar únicamente los lotes que cumplan el criterio de aceptación documentado.
- Alcance: desde el traslado del material a zarandeo hasta la entrega al cliente.
- Responsable: responsable de producción.
- Desarrollo: verificación de temperatura estabilizada, zarandeo, verificación de granulometría, registro de liberación, ensacado, codificación del lote y despacho.
- Registros asociados: registro de liberación de producto terminado; ficha de trazabilidad del lote; guía de despacho.

PROSAGRI-PC-04. Procedimiento de tratamiento de no conformidades y acciones correctivas

- Objetivo: identificar, documentar y corregir las desviaciones del proceso o del producto, y evitar su recurrencia.
- Alcance: aplica a no conformidades detectadas en cualquier etapa del proceso o en el producto terminado.
- Responsable: gerencia, con participación del responsable de producción.
- Desarrollo: identificación de la no conformidad, contención inmediata, análisis de causa, definición de la acción correctiva con plazo y responsable, verificación de la eficacia y cierre.

- Registro asociado: registro de no conformidades y acciones correctivas.

5.11. Documentos y registros

La Tabla 42 consolida la totalidad de los documentos y registros que integran la propuesta, con su nivel jerárquico, código y responsable de aplicación.

Tabla 42 *Documentos y registros de la propuesta técnica*

Código	Documento	Nivel	Responsable de aplicación
PROSAGRI-PL-01	Política y objetivos de calidad	1	Gerencia
PROSAGRI-MP-01	Mapa de procesos	2	Gerencia
PROSAGRI-FC-01	Ficha de caracterización del proceso	2	Responsable de producción
PROSAGRI-MF-01	Manual de funciones	2	Gerencia
PROSAGRI-PC-01	Procedimiento de recepción y aceptación de materia prima	3	Responsable de producción
PROSAGRI-PC-02	Procedimiento de compostaje y control de variables críticas	3	Responsable de producción
PROSAGRI-PC-03	Procedimiento de poscosecha, liberación y despacho	3	Responsable de producción
PROSAGRI-PC-04	Procedimiento de tratamiento de no conformidades y acciones correctivas	3	Gerencia
PROSAGRI-PC-05	Procedimiento de control de la información documentada	3	Gerencia
PROSAGRI-IT-01	Instructivo de armado y volteo de camas	4	Operarios
PROSAGRI-IT-02	Instructivo de medición de temperatura y humedad	4	Operarios
PROSAGRI-RG-01	Hoja de control de camas o lagartos	5	Operarios
PROSAGRI-RG-02	Ficha de trazabilidad del lote	5	Responsable de producción
PROSAGRI-RG-03	Registro de liberación de producto terminado	5	Responsable de producción
PROSAGRI-RG-04	Registro de capacitación y encuesta de satisfacción del cliente	5	Gerencia
PROSAGRI-RG-05	Registro de no conformidades y acciones correctivas	5	Gerencia

Nota. Elaboración propia (2026).

5.12. Riesgos y oportunidades

La propuesta incorpora la matriz de riesgos y oportunidades valorada en el Capítulo IV como parte integral de su planificación, en cumplimiento del numeral 6.1 de la norma ISO 9001:2015. La Tabla 43 reproduce dicha matriz con los controles que la propuesta asigna a cada riesgo, los cuales quedan incorporados en los procedimientos descritos en el numeral 5.10.

Tabla 43 *Matriz de riesgos y oportunidades incorporada a la propuesta*

Actividad	Riesgo	Nivel	Control incorporado en la propuesta
Recepción de materia prima	Ingreso de sustratos con características distintas a las esperadas	6 (Medio)	PROSAGRI-PC-01: criterio de aceptación de materia prima
Recepción de materia prima	Proliferación de vectores por permanencia prolongada	9 (Medio)	PROSAGRI-PC-01: tiempo máximo de permanencia y su registro
Compostaje	Mezcla sin formulación documentada, relación C/N fuera de rango	12 (Alto)	PROSAGRI-PC-02: formulación documentada y verificación por laboratorio
Compostaje	Fase termófila insuficiente, riesgo de no higienización	12 (Alto)	PROSAGRI-PC-02 y PROSAGRI-RG-01: registro diario de temperatura
Compostaje	Generación de olores y emisiones que afecten al entorno	6 (Medio)	PROSAGRI-IT-01: cobertura con plástico y volteo programado
Poscosecha	Exposición del operario a material particulado	6 (Medio)	PROSAGRI-MF-01: uso obligatorio de protección respiratoria
Poscosecha	Producto liberado sin verificación de madurez ni granulometría	12 (Alto)	PROSAGRI-PC-03 y PROSAGRI-RG-03: criterio de aceptación y registro de liberación
Despacho	Imposibilidad de rastrear el origen de un producto reclamado	6 (Medio)	PROSAGRI-RG-02: identificación y trazabilidad por lote
Transversal	Pérdida del conocimiento operativo ante la rotación del personal	8 (Medio)	PROSAGRI-IT-01, PROSAGRI-IT-02 y plan de capacitación (numeral 5.14)
Transversal	Incumplimiento de las obligaciones del generador de residuos	12 (Alto)	Ejecución del plan de acción ambiental vigente, integrado al control operacional

Nota. Elaboración propia (2026), matriz consistente con la presentada en el numeral 4.4.1.

5.13. Indicadores de desempeño

La Tabla 44 reproduce el conjunto de indicadores definidos para evaluar el desempeño del proceso una vez implementada la propuesta.

Tabla 44 *Indicadores de desempeño de la propuesta técnica*

Indicador	Fórmula	Meta	Frecuencia	Responsable
Cumplimiento de la norma	(Puntaje obtenido / puntaje máximo aplicable) × 100	≥ 60 % al año 1	Semestral	Gerencia
Conformidad del producto	(Lotes conformes / lotes producidos) × 100	≥ 95 %	Mensual	Producción
Rendimiento del proceso	(Ton. de compost obtenido / ton. de materia prima ingresada) × 100	≥ 55 %	Por lote	Producción
Cumplimiento del ciclo	(Lotes concluidos a tiempo / lotes concluidos) × 100	≥ 90 %	Mensual	Producción
Control de variables críticas	(Registros completos / registros programados) × 100	100 %	Mensual	Producción
Conformidad de la materia prima	(Cargas aceptadas / cargas recibidas) × 100	≥ 95 %	Mensual	Producción
Satisfacción del cliente	Promedio de la valoración de la encuesta de satisfacción	≥ 4 sobre 5	Semestral	Gerencia
Atención de no conformidades	(No conformidades cerradas a tiempo / detectadas) × 100	≥ 90 %	Trimestral	Gerencia
Capacitación ejecutada	(Horas de capacitación ejecutadas / programadas) × 100	100 %	Semestral	Gerencia

Nota. Elaboración propia (2026), indicadores consistentes con los presentados en el numeral 4.6.1.

5.14. Plan de capacitación

El plan de capacitación busca cerrar la brecha detectada en los requisitos 7.2 y 7.3 de la norma (competencia y toma de conciencia), atendiendo la disposición favorable

manifestada por el personal en las entrevistas del diagnóstico. La Tabla 45 detalla los módulos propuestos.

Tabla 45 *Plan de capacitación propuesto*

Módulo	Dirigido a	Duración	Responsable
Sensibilización sobre el sistema de gestión de la calidad y la política de calidad	Todo el personal (4)	2 horas	Gerencia
Diligenciamiento de la hoja de control de camas y medición de temperatura y humedad	Operarios de compostaje (2)	3 horas	Responsable de producción
Criterios de aceptación de materia prima y de liberación de producto terminado	Responsable de producción y operarios	2 horas	Responsable de producción
Trazabilidad por lote, etiquetado y atención de no conformidades	Responsable de producción y gerencia	2 horas	Gerencia
Uso y conservación de equipos de protección personal	Operarios de compostaje (2)	1 hora	Gerencia

Nota. Total estimado: 10 horas de capacitación durante el primer mes de implementación. Elaboración propia (2026).

5.15. Plan de implementación

La implementación de la propuesta se organiza en cinco fases secuenciales, descritas en la Tabla 46.

Tabla 46 *Fases del plan de implementación*

Fase	Actividades principales	Responsable	Duración estimada
1. Sensibilización y aprobación	Presentación de la propuesta a la propietaria; aprobación de la política y los objetivos de calidad	Gerencia	2 semanas
2. Elaboración y socialización de documentos	Ajuste final de procedimientos, instructivos y formatos según observaciones de validación (numeral 5.19)	Responsable de producción	3 semanas
3. Capacitación del personal	Ejecución del plan de capacitación descrito en el numeral 5.14	Gerencia	1 semana
4. Implementación piloto	Aplicación de los procedimientos y registros durante al menos un ciclo productivo completo (aproximadamente ocho semanas)	Responsable de producción	8 semanas
5. Seguimiento y ajustes	Revisión de los indicadores, ajuste de formatos y preparación de la reaplicación de la lista de chequeo ISO 9001:2015	Gerencia	2 semanas

Nota. Elaboración propia (2026).

5.16. Cronograma

El cronograma consolida las cinco fases anteriores en un horizonte de cuatro meses, tiempo coherente con la duración del ciclo productivo de PROSAGRI (aproximadamente ocho semanas), de modo que sea posible observar al menos un ciclo completo bajo el nuevo esquema antes de finalizar la implementación. La Tabla 47 presenta la distribución mensual de actividades.

Tabla 47 *Cronograma de implementación de la propuesta (cuatro meses)*

Fase	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1. Sensibilización y aprobación	X			
2. Elaboración y socialización de documentos	X	X		
3. Capacitación del personal		X		
4. Implementación piloto		X	X	X
5. Seguimiento y ajustes				X

Nota. Elaboración propia (2026), con base en las fases descritas en la Tabla 46.

5.17. Presupuesto

El presupuesto estimado se concentra en instrumentos de medición de bajo costo, en la producción de los formatos diseñados y en la ejecución de la capacitación, sin que se identifiquen partidas de magnitud significativa frente a la operación actual de la empresa. La Tabla 48 detalla los rubros considerados.

Tabla 48 *Presupuesto estimado de implementación de la propuesta*

Rubro	Descripción	Costo estimado (USD)
Termómetro de vástago largo	Medición de temperatura en tres puntos de la cama	45,00
Medidor de humedad	Verificación instrumental de la humedad del sustrato	60,00
pH-metro de campo	Medición de pH al inicio, a la mitad y al final del ciclo	85,00
Impresión y plastificación de formatos	Procedimientos, instructivos y registros de los cinco niveles documentales	80,00
Recipientes y señalización diferenciada de residuos	Cumplimiento del plan de acción ambiental vigente, integrado al control operacional	100,00
Capacitación del personal	Materiales, refrigerio y facilitación de los cinco módulos del numeral 5.14	250,00
Análisis de laboratorio complementarios	Verificación de pH y relación C/N en dos lotes representativos durante la implementación piloto	120,00
Subtotal		740,00
Imprevistos (10 %)		74,00
Total		814,00

Nota. Elaboración propia (2026). Valores estimados en dólares de los Estados Unidos de América, referenciales para la planificación financiera de la implementación.

5.18. Análisis de viabilidad

La viabilidad de la propuesta se analizó en cuatro dimensiones. En la dimensión técnica, todos los controles propuestos medición de temperatura, humedad y pH, formulación documentada y trazabilidad por lote son ejecutables con instrumentos de bajo costo y no requieren infraestructura adicional a la ya disponible en la planta. En la dimensión económica, el presupuesto estimado de USD 814,00 resulta proporcional al tamaño de la empresa y puede asumirse de forma escalonada conforme avanzan las fases del cronograma, sin comprometer la operación corriente del negocio. En la dimensión operativa, la propuesta no requiere contratación adicional de personal: las cuatro personas actualmente vinculadas al proceso pueden asumir las nuevas tareas de registro dentro de su jornada habitual, en la medida en que los formatos diseñados se limitaron deliberadamente a una extensión breve, conforme al criterio de proporcionalidad señalado en el numeral 3.3.6. En la dimensión normativa, la propuesta atiende de forma explícita los requisitos 4 a 10 de la norma ISO 9001:2015 aplicables al alcance definido y, adicionalmente, integra la ejecución del plan de acción ambiental ya notificado por la Autoridad Ambiental Competente, con lo que contribuye simultáneamente al cierre de un incumplimiento normativo pendiente. En conjunto, ninguna de las cuatro dimensiones analizadas presenta una restricción que impida la implementación de la propuesta; las limitaciones identificadas la dependencia del generador eléctrico para el uso de instrumentos electrónicos y la eventual rotación del personal operativo son gestionables mediante la programación de las mediciones en los horarios de disponibilidad del generador y mediante la actualización periódica del plan de capacitación, respectivamente.

5.19. Validación de la propuesta

La propuesta fue sometida al mismo proceso de validación descrito en el numeral 4.7, mediante el juicio de los tres expertos consultados (un especialista en sistemas de gestión de la calidad con experiencia en auditoría ISO 9001, un profesional del área de producción de

abonos orgánicos y un docente investigador con formación metodológica) y la socialización con la alta dirección y el personal operativo de PROSAGRI. Los resultados de dicha validación, reportados en el numeral 4.7.3, confirmaron una valoración favorable en los criterios de pertinencia, coherencia y cumplimiento normativo, con ajustes de simplificación del lenguaje técnico que ya fueron incorporados a la versión final de los documentos presentados en los numerales 5.9, 5.10 y 5.11. La reaplicación de la lista de chequeo ISO 9001:2015, prevista al cierre de la fase 5 del cronograma (numeral 5.16), constituirá la validación definitiva de la eficacia de la propuesta, al permitir calcular la brecha reducida por requisito respecto de la línea base de 31,2 % establecida en el Capítulo IV.

5.20. Beneficios esperados

La implementación de la propuesta genera beneficios en cuatro ámbitos. En el ámbito de la calidad del producto, el control documentado de las variables críticas reduce la variabilidad entre lotes y sostiene el cumplimiento de la composición garantizada declarada ante Agrocalidad. En el ámbito comercial, la trazabilidad por lote y el registro de satisfacción del cliente fortalecen la confianza de los agricultores, viveros y distribuidores que adquieren el compost COMPOSTEK. En el ámbito normativo y ambiental, la ejecución del plan de acción vigente y la disminución de olores y emisiones no controladas contribuyen al cumplimiento de las obligaciones ante la Autoridad Ambiental Competente y consolidan la imagen de PROSAGRI como gestor confiable de residuos orgánicos ante sus proveedores industriales. En el ámbito organizacional, la conversión del conocimiento tácito del personal en información documentada reduce la dependencia crítica de personas específicas y sienta las bases para que la empresa evalúe, en el mediano plazo, la certificación formal bajo la norma ISO 9001:2015 como una etapa posterior de su desarrollo institucional.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- El diagnóstico del proceso actual de PROSAGRI confirmó una operación técnicamente definida, con cuatro etapas claramente diferenciadas (recepción de materia prima, compostaje, poscosecha y despacho), maquinaria adecuada y personal con conocimiento empírico consolidado del oficio; sin embargo, dicho conocimiento no se encuentra traducido en información documentada, lo que constituye la causa estructural común a la totalidad de los problemas identificados en el numeral 4.1.4.
- La aplicación de la lista de chequeo de 293 ítems basada en los requisitos 4 a 10 de la norma ISO 9001:2015 estableció una línea base de cumplimiento del 31,2 % (nivel «Bajo»), con un perfil marcadamente heterogéneo: el requisito de Contexto de la organización alcanzó un nivel «Alto» (70,7 %), en tanto los requisitos de Evaluación del desempeño (2,7 %) y Mejora (5,8 %) se ubicaron en un nivel «Crítico». Este perfil demuestra que la empresa conoce su entorno y a sus partes interesadas, pero carecía, al momento del diagnóstico, de los mecanismos de planificación, control operacional, verificación y mejora que un sistema de gestión de la calidad exige.
- La caracterización técnica del proceso permitió identificar la temperatura, la humedad, el pH y la relación carbono-nitrógeno como las variables críticas cuyo control determina la higienización, la estabilidad y la madurez del compost, ninguna de las cuales se registraba de forma sistemática antes de la propuesta; asimismo, permitió ubicar la fase termófila del compostaje, la liberación del lote en poscosecha y la recepción de materia prima como los tres puntos críticos del proceso.
- La matriz de riesgos y oportunidades valorada priorizó cuatro riesgos de nivel «Alto» que requieren atención inmediata: la mezcla sin formulación documentada, la fase termófila insuficiente, la liberación del producto sin verificación de madurez y el incumplimiento de las obligaciones ambientales del generador de residuos, este último con plazo ya vencido ante la Autoridad Ambiental Competente.
- El Capítulo V tradujo cada brecha priorizada en un componente técnico concreto: un

sistema documentado de cinco niveles (política y objetivos de calidad, mapa de procesos, cuatro procedimientos codificados, dos instructivos y cinco registros), una matriz de riesgos con su control específico asignado, un conjunto de nueve indicadores de desempeño con meta y responsable, un plan de capacitación de diez horas y un plan de implementación de cinco fases distribuido en un cronograma de cuatro meses, con un presupuesto estimado de USD 814,00. Este nivel de detalle demuestra que la propuesta es ejecutable con los recursos actuales de la empresa y no permanece en un plano meramente declarativo.

- La validación de la propuesta con los tres expertos consultados y con la alta dirección y el personal operativo de PROSAGRI arrojó una valoración favorable en los criterios de pertinencia, coherencia y cumplimiento normativo, con observaciones puntuales de simplificación del lenguaje técnico que fueron incorporadas a la versión final de los formatos, lo que respalda la aplicabilidad de la propuesta en las condiciones reales de la empresa.
- El análisis de viabilidad desarrollado en el numeral 5.18 no identificó restricciones técnicas, económicas, operativas ni normativas que impidan la implementación de la propuesta; las limitaciones detectadas la dependencia del generador eléctrico y la eventual rotación del personal operativo son gestionables mediante la programación de las mediciones y la actualización periódica del plan de capacitación.
- En conjunto, los resultados obtenidos permiten sostener la idea a defender planteada en el Capítulo I: el diseño del proceso de elaboración de compostaje orgánico con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015 constituye una vía viable para que PROSAGRI transite de una operación empírica hacia un sistema de gestión documentado, sin que ello implique una carga administrativa desproporcionada para una agroempresa de su tamaño.

6.2. Recomendaciones

- Ejecutar el cronograma de implementación de cuatro meses definido en el numeral 5.16, iniciando por la fase de sensibilización y aprobación de la política y los objetivos de calidad, antes de introducir los registros operativos, de manera que el personal

cuente con un marco de referencia compartido desde el inicio.

- Priorizar, dentro de la fase de implementación piloto, los cuatro riesgos de nivel «Alto» identificados en la matriz de riesgos (numeral 5.12): la formulación documentada de la mezcla, el registro diario de temperatura durante la fase termófila, el criterio de liberación del lote y la culminación del plan de acción ambiental ya notificado por la Autoridad Ambiental Competente, cuyo plazo se encuentra vencido.
- Desarrollar el plan de capacitación de diez horas propuesto en el numeral 5.14 durante el primer mes de implementación, aprovechando la disposición favorable manifestada por la totalidad del personal en las entrevistas del diagnóstico (numeral 4.1.3).
- Asignar formalmente el presupuesto estimado de USD 814,00 (numeral 5.17) para la adquisición de los instrumentos de medición, la producción de los formatos y la ejecución de la capacitación, escalonando su ejecución conforme al cronograma de cuatro fases.
- Designar de manera expresa al responsable del cálculo y reporte periódico de cada uno de los nueve indicadores de desempeño propuestos (numeral 5.13), evitando que la ausencia de asignación formal se traduzca, como ocurre habitualmente en organizaciones de pequeña escala, en la no medición del indicador.
- Programar, al cierre de la fase de seguimiento y ajustes (numeral 5.15), la reaplicación de la lista de chequeo ISO 9001:2015 bajo las mismas condiciones metodológicas del diagnóstico inicial, con el fin de calcular la brecha reducida por requisito respecto de la línea base de 31,2 % establecida en el Capítulo IV y verificar de forma objetiva el avance logrado.
- Evaluar, en un horizonte de mediano plazo y una vez consolidado el nivel de cumplimiento alcanzado tras la implementación, la conveniencia de avanzar hacia la certificación formal bajo la norma ISO 9001:2015, como mecanismo adicional para fortalecer la posición de PROSAGRI ante sus proveedores industriales y sus clientes agrícolas, conforme a lo discutido en el numeral 5.20.
- Mantener actualizado el plan de capacitación ante la eventual rotación del personal operativo, de manera que la continuidad del control documentado no dependa de la permanencia de una persona en particular, en coherencia con el propósito mismo de convertir el conocimiento tácito en un método verificable y repetible.

REFERENCIAS

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [Agrocalidad]. (2020). Manual técnico para el registro y control de fertilizantes, enmiendas de suelo y productos afines de uso agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. https://www.agrocalidad.gob.ec

Almeida, M., & Díaz, C. (2020). Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible: avances en Ecuador. Estudios de la Gestión: Revista Internacional de Administración, (8), 121-142. https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.10

Amasifén, A., Sánchez, M., Valles, M., Navarro, J., & Pinedo, L. (2022). Sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2015 para mejorar los procesos productivos. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(5), 1-18.

Ayilara, M. S., Olanrewaju, O. S., Babalola, O. O., & Odeyemi, O. (2020). Waste management through composting: Challenges and potentials. Sustainability, 12(11), 4456. https://doi.org/10.3390/su12114456

Bernal, M. P., Alburquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment: A review. Bioresource Technology, 100(22), 5444-5453. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027

Carvajal Romero, H., Teijeiro-Álvarez, M., García-Álvarez, M. T., & Vite Cevallos, H. (2022). Modelo de gestión del manejo de residuos sólidos urbanos en la provincia de El Oro, Ecuador. Revista Universidad y Sociedad, 14(6), 314-321.

Código Orgánico del Ambiente [COA]. (2017). Registro Oficial Suplemento N.° 938, 12 de abril de 2017. Asamblea Nacional del Ecuador.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2021). Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2021-2022. CEPAL. https://repositorio.cepal.org

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Registro Oficial N.° 449, 20 de octubre de 2008. Asamblea Constituyente.

Da Costa Pimenta, C. C. (2022). La economía circular como eje de desarrollo de los países latinoamericanos. Revista Economía y Política, (35), 1-18.

Epstein, E. (2011). Industrial composting: Environmental engineering and facilities management. CRC Press. https://doi.org/10.1201/b10726

Gualpa, E. (2015). Implementación de un sistema de gestión de calidad para el Proyecto Crecer del Gobierno Provincial del Azuay, según la normativa ISO 9001:2008 [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS. https://dspace.ups.edu.ec

Haug, R. T. (2000). Sistemas y técnicas para el compostaje. Junta de Andalucía.

Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva [LOECI]. (2021). Registro Oficial Cuarto Suplemento N.° 488, 6 de julio de 2021. Asamblea Nacional del Ecuador.

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2023). Proyecto de gestión de residuos sólidos y economía circular (Proyecto GRECI). MAATE. https://www.ambiente.gob.ec

Ministerio del Trabajo del Ecuador. (2024). Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decreto Ejecutivo N.° 255). Gobierno del Ecuador. https://www.trabajo.gob.ec

Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2015). ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad Requisitos. ISO. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es

Pico, S., & Burgos, G. (2022). Sistema de gestión de calidad bajo normas ISO 9001:2015 para procesos de vinculación del ITSUP. Revista Sinapsis, 2(21). https://revistas.itsup.edu.ec

Puche, N., Velásquez, M., Núñez, Y., & Rangel, H. (2021). Sistemas de gestión de la calidad: una visión general desde sus inicios hasta la actualidad. Tekhné, 24(1), 1-20.

Reglamento General a la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva. (2023). Decreto Ejecutivo N.° 844. Presidencia de la República del Ecuador.

Sayara, T., Basheer-Salimia, R., Hawamde, F., & Sánchez, A. (2020). Recycling of organic wastes through composting: Process performance and compost application in agriculture. Agronomy, 10(11), 1838. https://doi.org/10.3390/agronomy10111838

Secretaría Nacional de Planificación. (2025). Plan Nacional de Desarrollo Ecuador No Se Detiene 2025-2029. Gobierno del Ecuador. https://www.planificacion.gob.ec

Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2014). NTE INEN 211: Fertilizantes y abonos. Tolerancias. INEN.

Srivastava, R. K., Purohit, S., Alam, E., & Islam, M. K. (2024). Advancements in soil management: Optimizing crop production through interdisciplinary approaches. Journal of Agriculture and Food Research, 18, 101528. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101528

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2021). Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2021-2022. CEPAL.

Guerrero-Villegas, W. M., Gallegos-Varela, M. C., Rosero-Rosero, P. M., y Pinargote-Yépez, L. M. (2024). Economía circular en contextos locales: caso Ecuador. Revista Direito GV, 20. https://doi.org/10.1590/2317-6172202430

Herrera, M. M., Robles Parra, J. M., y Preciado Rodríguez, J. M. (2023). Sistemas integrados de gestión de la calidad: estrategia para la competitividad en la agroindustria alimentaria. Entre Ciencia e Ingeniería, 17(34), 50-58.

Medina, M., Hurtado, D., Muñoz, J., Ochoa, D., e Izurieta, G. (2023). Método mixto de investigación: cuantitativo y cualitativo. https://doi.org/10.35622/inudi.b.105

Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, y Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2024). Estrategia Nacional de Economía Circular Inclusiva (ENECI). Gobierno del Ecuador.

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2021). Acuerdo ministerial 2021-017: lineamientos para la formulación, seguimiento, evaluación y actualización de los instrumentos de gestión del cambio climático. MAATE.

Organización Internacional de Normalización. (2015). ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad Requisitos. ISO. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es

Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales. (2025). Implementación de un sistema de recolección y compostaje de residuos orgánicos para su aprovechamiento agrícola. Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales, 19(2), 734-739.

Srivastava, R. K., Purohit, S., Alam, E., e Islam, M. K. (2024). Advancements in soil management: optimizing crop production through interdisciplinary approaches. Journal of Agriculture and Food Research, 18, 101528. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101528

Universidad de Las Américas. (2026). Ecuador genera más de 14.000 toneladas de basura al día y recicla menos del 6%. https://sitios.udla.edu.ec/2026/02/ecuador-genera-mas-de-14-000-toneladas-de-basura-al-dia/

Universidad Politécnica Salesiana. (2025). Compostaje urbano: una solución verde para comunidades sostenibles y equitativas. Abya-Yala.

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [Agrocalidad]. (2021). Certificado de registro de empresa: Gallo Dueñas Tania Soledad, RUC 1720943024001. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. https://www.agrocalidad.gob.ec

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [Agrocalidad]. (2022). Certificado de registro de fertilizantes, enmiendas de suelo y productos afines de uso agrícola N.° 194-F-AGR-CH: COMPOSTEK. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. https://www.agrocalidad.gob.ec

Aguirre-Illatopa, J. G., Florida-Rofner, N., Ríos-Velásquez, E. A., y Lévano-Crisóstomo, J. D. (2024). Producción y caracterización de compost derivado de residuos sólidos orgánicos urbanos. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 27(1), e2432. https://doi.org/10.31910/rudca.v27.n1.2024.2432

Amasifén, A., Sánchez, M., Valles, M., Navarro, J., y Pinedo, L. (2022). Sistema de Gestión de la Calidad basado en ISO 9001:2015 y su influencia en la satisfacción de los servicios de una empresa automotriz peruana. Entre Ciencia e Ingeniería, 16(31), 16-21. https://doi.org/10.31908/19098367.2692

American Psychological Association. (2020). Publication manual of the American Psychological Association (7.ª ed.). https://doi.org/10.1037/0000165-000

Arellano, J., Urgilés, G., y Meneses, W. (2025). Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015 para optimizar procesos productivos en empresas agropecuarias. Tierra Infinita, (11), 129-148. https://doi.org/10.32645/26028131.1417

Hernández-Sampieri, R., y Mendoza Torres, C. P. (2023). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (2.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://books.google.com/books?id=aq8y0AEACAAJ

Herrera, M. M., Robles Parra, J. M., y Preciado Rodríguez, J. M. (2023). Sistemas integrados de gestión de la calidad: estrategia para la competitividad en la agroindustria alimentaria. Entre Ciencia e Ingeniería, 17(34), 50-58. https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria

Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2015). ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad Requisitos. ISO. https://www.iso.org/obp/ui/es/#!iso:std:62085:es

Suárez-Espinosa, B. C., y Salinas-Magaña, J. (2024). Diagnóstico de cumplimiento con la norma ISO 14001:2015 en sector secundario del aguacate. Revista IPSUMTEC. https://revistas.milpaalta.tecnm.mx/index.php/IPSUMTEC/article/view/320

Anexos

Anexo 1

Matriz de chequeo para diagnóstico del requisito 4

LISTA DE CHEQUEO PARA DIAGNÓSTICO, SOBRE LA BASE DE LA NORMA ISO 9001:2015							
EMPRESA:	PROSAGRI – Planta de compostaje, cantón Pujilí						
PROCESO EVALUADO:	Elaboración de compostaje orgánico						
FECHA DE LA APLICACIÓN:	17 de agosto de 2026						
RESPONSABLE:	Ing. Tania Gallo						
CARGO DEL ENTREVISTADO:	Gerente						
Modo de uso: responda con total sinceridad y honestidad, marcando con una "X" el nivel de cumplimiento que usted considere pertinente para cada literal con respecto a la Norma ISO 9001:2015.							
4. CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN							
4.1 Comprensión de la organización y de su contexto	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Comprensión de qué consiste un sistema de gestión de la calidad.		x					
Conocimiento sobre la misión y la visión de PROSAGRI.		x					
Se han identificado las cuestiones internas que afectan a la organización (superficie del patio de compostaje, capacidad de procesamiento, personal, maquinaria de volteo y trituración).					x		
Se han identificado las cuestiones externas que afectan a la organización (disponibilidad y estacionalidad de residuos orgánicos, normativa ambiental, competencia de los fertilizantes de síntesis, condiciones climáticas del cantón Pujilí).					x		
Se realiza seguimiento y revisión periódica de la información sobre estas cuestiones.	x						
4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Conocimiento de las funciones de cada colaborador dentro del proceso de elaboración de compost.					X		
Conocimiento de las necesidades y preferencias de los clientes (agricultores, viveros, florícolas, distribuidores de insumos agrícolas).				X			
Los colaboradores saben a quién solicitar la materia prima e insumos (residuos vegetales, estiércol, aserrín, cal agrícola, melaza, inoculantes).					X		
Se conocen las expectativas de los proveedores de residuos orgánicos (mercados, haciendas, florícolas, GAD municipal).				X			

Se han determinado los requisitos de las partes interesadas de control (MAATE, Agrocalidad, GAD Municipal de Pujilí, Cuerpo de Bomberos, IESS).				X			
Se realiza seguimiento y revisión de la información sobre las partes interesadas.					X		
4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de la calidad	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Existe un catálogo de productos y servicios (compost a granel, compost ensacado, sustratos, servicio de tratamiento de residuos orgánicos).				X			
Existe un registro de los lotes de compost elaborados en el proceso productivo.					X		
Se realiza una encuesta de satisfacción del cliente.		X					
Se atienden las quejas y devoluciones de los clientes.					X		
El alcance del SGC se encuentra documentado y disponible.	X						
4.4 Sistema de gestión de la calidad y sus procesos	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se cuenta con documentos que indiquen la secuencia e interacción de las actividades, desde la recepción del residuo orgánico hasta la entrega del compost (recepción, clasificación, trituración, mezcla, armado de pila, volteo, riego, maduración, tamizado y ensacado).					X		
Se ha elaborado un mapa de procesos que distinga procesos estratégicos, operativos y de apoyo.	X						
Se han determinado las entradas y las salidas esperadas de cada etapa del proceso.					X		
Cuando es necesario, se implementan modificaciones y se analizan las actividades del proceso.					X		
Los roles y funciones de cada empleado están establecidos.				X			
Se identifican y evalúan los riesgos del proceso productivo (presencia de patógenos, generación de malos olores y lixiviados, proliferación de vectores, compost inmaduro).				X			
Se registra el cumplimiento de las planificaciones de producción.					X		

Fuente: Norma ISO 9001:2015, págs. 12-14.
Realizado por: Elaboración propia, 2026.

Tabla 3-15: Matriz de chequeo para diagnóstico del requisito 5

5. LIDERAZGO
5.1 Liderazgo y compromiso

5.1.1 Generalidades	Puntuación:						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Todos los empleados reciben un informe anual sobre el trabajo que se ha llevado a cabo.					X		
Existe un documento sobre las políticas de calidad de PROSAGRI.	X						
Se conoce cuáles son los objetivos de calidad del proceso de elaboración de compost.	X						
La obtención de residuos orgánicos e insumos para el trabajo diario es oportuna.			X				
Asistencia de la gerencia a los empleados en la implementación de la gestión de calidad.	X						
Colaboración entre trabajadores para una producción a tiempo y con calidad.					X		
La alta dirección promueve el enfoque a procesos y el pensamiento basado en riesgos.				X			
5.1.2 Enfoque al cliente	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se cumplen los requisitos solicitados por los clientes (grado de madurez, contenido de nutrientes, humedad, granulometría, presentación).					X		
Se cumplen los requisitos legales y reglamentarios que corresponden a los organismos de control (normativa ambiental vigente, registro de insumo agrícola ante Agrocalidad, permisos municipales).				X			
Se identifican riesgos y oportunidades en la elaboración del compost.					X		
Cuentan con una estrategia para el incremento de clientes y puntos de venta.	X						
Se mide y analiza la satisfacción del cliente.			X				
5.2 Política							
5.2.1 Desarrollo de la política de la calidad	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Hay un documento que trata la política de calidad.	X						
Está familiarizado con los requisitos de la Norma ISO 9001:2015.	X						
La política de calidad incluye el compromiso de cumplir los requisitos aplicables y de mejora continua.	X						
Se ha realizado un plan de mejoras.	X						
5.2.2 Comunicación de la política de la calidad	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Todo el personal tiene acceso al documento de la política de calidad.	X						

Se ha realizado formación o divulgación acerca de la política de calidad a los empleados.	X						
A los clientes se les ha proporcionado capacitación o difusión acerca de la política de calidad.	X						
A los proveedores de residuos orgánicos e insumos se les ha dado formación o se les ha informado acerca de la política de calidad.	X						
5.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Hay un manual de funciones.	X						
Todas las funciones de la Gerencia General están definidas.			X				
Están establecidas todas las funciones del responsable de producción o jefe de planta.			X				
Están establecidas las funciones de los operarios del patio de compostaje.				X			
Se realiza control de calidad del producto terminado (humedad, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, relación C/N, N-P-K y grado de madurez).		X					
Hay funciones que se repiten entre los puestos de trabajo.					X		
Las funciones y los roles son ambiguos.	X						

Fuente: Norma ISO 9001:2015, págs. 14-16.
Realizado por: Elaboración propia, 2026.

Tabla 3-16: Matriz de chequeo para diagnóstico del requisito 6

6. PLANIFICACIÓN							
6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades							
6.1.1 Generalidades	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Un plan de conservación para las fortalezas está en marcha.	X						
Hay un programa para prevenir y mejorar las debilidades.	X						
Hay una táctica para aprovechar las oportunidades.	X						
Hay una estrategia para contener las amenazas.	X						
Se ha elaborado una matriz de riesgos y oportunidades del proceso de elaboración de compost.	X						
6.1.2 Planificación de acciones	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se han registrado las estrategias.	X						
Se han implementado tácticas de acuerdo con el cumplimiento de la Norma ISO 9001:2015.	X						

Se ha analizado la eficacia de las medidas propuestas o realizadas, según lo satisfecho que esté el cliente.	X						
6.2 Objetivos de la calidad y planificación para lograrlos							
6.2.1 Establecimiento de los objetivos de la calidad	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se han establecido los objetivos de calidad para las funciones y niveles del proceso de elaboración de compost.	X						
Los objetivos de calidad están en consonancia con la política de calidad.	X						
Los objetivos de la calidad son medibles.	X						
Los requerimientos aplicables de la Norma ISO 9001:2015 se consideran para definir los objetivos de calidad.	X						
Los objetivos de calidad están relacionados con la conformidad del compost y el incremento de la satisfacción del cliente.	X						
Hay un seguimiento para la consecución de los objetivos.	X						
Todos los empleados saben cuáles son los objetivos.	X						
Los objetivos se actualizan.	X						
Hay un documento que contiene los objetivos y su supervisión.	X						
6.2.2 Planificación de acciones para lograr los objetivos de la calidad	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Los objetivos incluyen la acción que se debe llevar a cabo (el qué).	X						
Los objetivos incluyen los recursos necesarios para alcanzarlos.		X					
Los objetivos determinan quiénes son los encargados de llevarlo a cabo.		X					
Los objetivos tienen plazos.	X						
Los objetivos indican criterios de evaluación.	X						
6.3 Planificación de los cambios	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Cuando se proponen cambios (nueva formulación de mezcla, cambio de proveedor de residuos, ampliación del patio de compostaje), se conoce el propósito de esos cambios.					X		
Se tiene conocimiento sobre las posibles repercusiones de esos cambios.					X		
La disponibilidad de recursos es un factor considerado en los cambios.			X				
Es posible asignar o reasignar tareas y responsabilidades.				X			

Fuente: Norma ISO 9001:2015, págs. 16-17.

Realizado por: Elaboración propia, 2026.

Tabla 3-17: Matriz de chequeo para diagnóstico del requisito 7

7. APOYO							
7.1 Recursos							
7.1.1 Generalidades	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Hay un estudio de las capacidades de los recursos humanos y materiales.	X						
Se conocen las limitaciones de los recursos humanos y materiales (superficie disponible del patio, volumen máximo procesable por ciclo).	X						
Se dispone de datos sobre los recursos que los proveedores pueden proporcionar.	X						
7.1.2 Personas	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se dispone de personal cualificado para cada tarea.				X			
El personal actual consigue que el compost sea conforme.					X		
El número de colaboradores es suficiente para atender la demanda actual.				X			
7.1.3 Infraestructura	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
El tamaño del área de compostaje es apropiado para el volumen de residuos que se procesa.					X		
Las condiciones físicas de la planta permiten un trabajo adecuado (piso impermeabilizado, pendiente, canales y fosa de lixiviados, cubierta, cerramiento).			X				
Los equipos existentes (trituradora, volteadora o cargadora, zaranda, ensacadora, balanza) son suficientes para el trabajo que se realiza.				X			
Existe un área diferenciada para recepción, compostaje activo, maduración y almacenamiento de producto terminado.				X			
El software o los medios de registro disponibles poseen las cualidades apropiadas para la labor que se realiza.			X				
El cumplimiento puntual con el cliente se logra mediante la contratación de servicios externos.				X			
Los equipos y los insumos son apropiados para el trabajo que se lleva a cabo.						X	
La posibilidad de acceder a las tecnologías de la comunicación está disponible constantemente.		X					
Se dispone de un suministro de agua suficiente para el riego y la humectación de las pilas.						X	

7.1.4 Ambiente para la operación de los procesos	Puntuación:						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Existe restricción para la contratación de mujeres en el proceso de elaboración de compost.					X		
Hay tareas dentro de este proceso que una persona con discapacidad visual puede llevar a cabo.	x						
La contratación de individuos con discapacidades físicas está limitada.					X		
Hay protagonismos entre los empleados.			X				
Los empleados se hacen bromas pesadas entre ellos.	X						
Los empleados colaboran entre ellos para conseguir el producto que se debe entregar.					X		
Para las conductas violentas, hay sanciones.					X		
Hay estímulos para los empleados eficaces.	X						
Cuando los empleados trabajan horas adicionales, se les paga un extra.					X		
Los empleados están afiliados al IESS.					X		
Cuentan con un responsable o servicio de Seguridad y Salud Ocupacional.	X						
¿Ofrecen días para asuntos personales que no sean de salud y que no se deduzcan de los días de vacaciones?				X			
La empresa cuenta con un plan de control del ruido y del polvo generado por la trituración y el volteo.	X						
Se entrega equipo de protección personal (mascarilla, guantes, botas, gafas, protección auditiva).				X			
Se establecen recesos del trabajo cada día.					X		
Existen manuales o guías de ergonomía para los trabajadores (manejo de sacos, uso de pala y carretilla, levantamiento de cargas).	X						
Se controlan las condiciones de higiene, orden y limpieza exigidas para el manejo de residuos orgánicos.				X			
La salud emocional o física de los empleados se ve afectada por las condiciones físicas de la planta (olores, lixiviados, exposición al sol y a la lluvia).		X					
7.1.5 Recursos de seguimiento y medición							
7.1.5.1 Generalidades	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Las máquinas, los equipos y los insumos son apropiados para la labor que llevan a cabo.					X		
Se dispone de los instrumentos de medición requeridos (termómetro de pila, higrómetro, pH-metro, conductímetro, balanza).					X		

Se hace mantenimiento apropiado y a tiempo.					X		
Se documentan las actualizaciones y los mantenimientos.					X		
7.1.5.2 Trazabilidad de las mediciones	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Las calibraciones de los instrumentos, equipos y máquinas se examinan a intervalos regulares.	X						
Las novedades y las calibraciones quedan registradas.	X						
Los instrumentos cuentan con certificados de calibración emitidos por un laboratorio acreditado.	X						
7.1.6 Conocimientos de la organización	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Cada trabajador conoce bien el funcionamiento de las máquinas y equipos a su cargo.					X		
Cada una de las máquinas y cada equipo tienen su propio manual de funcionamiento.					X		
Existen formulaciones de mezcla documentadas y estandarizadas para cada tipo de compost elaborado.					X		
Los trabajadores reciben formación del funcionamiento de cada una de las máquinas y equipos.					X		
Estas experiencias y capacitaciones son registradas.				X			
7.2 Competencia	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se realizan capacitaciones específicas para la mejora en la elaboración del compost (manejo de residuos orgánicos, control de parámetros, bioseguridad).	X						
Para tareas especializadas específicas se contratan servicios o profesionales externos.	X						
Se cuenta con perfiles de cargo que definan educación, formación y experiencia.	X						
Se documentan estas acciones.	X						
7.3 Toma de conciencia	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
La Gerencia y los trabajadores son conscientes de las consecuencias de no cumplir con los requisitos de la Norma ISO 9001:2015.	X						
El personal conoce su contribución a la eficacia del SGC y a la calidad del compost.	X						
7.4 Comunicación	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Hay protocolos establecidos para el envío y la recepción de comunicados durante el proceso.	X						

Los comunicados son puntuales.	X						
La persona apropiada envía los comunicados.	X						
La persona apropiada es la que recibe los comunicados.	X						
Los comunicados se envían en documento físico o digital.	X						
Los comunicados incluyen las firmas del remitente y del destinatario.	X						
Los comunicados están documentados de manera ordenada.	X						
7.5 Información documentada							
7.5.1 Generalidades	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
La Norma ISO 9001:2015 requiere información documentada.	X						
Para que el sistema de gestión de la calidad sea efectivo, se necesita información documentada.	X						
7.5.2 Creación y actualización	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Para satisfacer los requerimientos de la Norma ISO 9001:2015, hay formatos disponibles.	X						
Hay formatos digitales.			X				
Hay formatos impresos que no tienen un archivo digital.	X						
Los documentos cuentan con codificación, versión y fecha de aprobación.	X						
Los formatos se examinan y autorizan previamente a su uso.	X						
7.5.3 Control de la información documentada							
7.5.3.1 Disponibilidad e idoneidad	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Los registros del procedimiento están ordenados.					X		
Los registros están protegidos de los factores ambientales que los puedan deteriorar (humedad, polvo y lluvia propios del patio de compostaje).					X		
Los registros digitales cuentan con archivos de respaldo.					X		
Los registros con información delicada (formulaciones de mezcla y resultados de laboratorio) están protegidos en cuanto a su confidencialidad y uso inadecuado.	X						
Se hace seguimiento de estos registros.	X						
7.5.3.2 Distribución, almacenamiento, control de cambios, conservación y disposición	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**

El control de la información incluye la distribución, acceso, recuperación y uso.	X						
El control de la información incluye el almacenamiento y la preservación, incluida la preservación de la legibilidad.	X						
La supervisión de la información documentada abarca también la supervisión de las modificaciones.	X						
La conservación y la disposición son parte del control de la información documentada.	X						
Se reconoce y se controla la información documentada proveniente del exterior que se considera esencial para planificar y operar el SGC.	X						
La información documentada que se tiene como evidencia de la conformidad está a salvo de cambios no intencionados.	X						

Fuente: Norma ISO 9001:2015, págs. 17-21.
Realizado por: Elaboración propia, 2026.

Tabla 3-18: Matriz de chequeo para diagnóstico del requisito 8

8. OPERACIÓN							
8.1 Planificación y control operacional	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Las acciones para la gestión de riesgos y el logro de los objetivos de calidad son consideradas durante la planificación.	X						
En la planificación se consideran los requisitos generales del compost como producto.	X						
Los estándares de calidad que el cliente debe aceptar son determinados durante la planificación.		X					
Los recursos se determinan durante la planificación.	X						
En la planificación se establece la implementación de los controles del proceso, en función de los criterios técnicos (relación C/N, temperatura, humedad, pH, frecuencia de volteo y tiempo de maduración).	X						
Se establece y guarda la información documentada para garantizar que los procesos se ejecutan conforme a lo programado.	X						
Se señala cómo manejar las modificaciones que se planifican.	X						
Las consecuencias de las modificaciones que se han planeado o realizado se examinan.	X						
8.2 Requisitos para los productos y servicios							
8.2.1 Comunicación con el cliente	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se comunica a los clientes las características del compost ofertado (contenido de materia					X		

orgánica, nutrientes, humedad, granulometría, presentación).							
Se comunica a los clientes las características de los productos entregados.					X		
Las preguntas de los clientes se responden con rapidez, claridad y exactitud.					X		
Se informa al cliente los cambios o adaptaciones de su producto (mezclas especiales, sustratos a pedido).				X			
La satisfacción de los clientes se refuerza, incluyendo las reclamaciones.					X		
Se cuida la propiedad física perteneciente a los clientes (envases retornables, materia prima entregada para tratamiento).					X		
8.2.2 Determinación de los requisitos para los productos y servicios	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Existe un documento sobre los requisitos del compost elaborado, en función de la normativa aplicable y de las especificaciones técnicas de referencia.	X						
El proceso garantiza que se pueda cumplir con lo prometido cuando se establecen los requisitos de los productos.	X						
8.2.3 Revisión de los requisitos para los productos y servicios	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Satisface las exigencias del compost que le brinda a sus clientes.					X		
Se examina de manera preventiva la viabilidad de proporcionar el producto cumpliendo con todos los requisitos que el cliente ha señalado.				X			
Se examina la posibilidad de suministrar el producto bajo requisitos adicionales que no han sido especificados antes por el cliente.					X		
El pedido del cliente se revisa con antelación, de acuerdo con los requerimientos que cumple la compañía.		X					
Se examina con antelación la solicitud del cliente, tomando en cuenta los requisitos reglamentarios y legales que son aplicables al producto.		X					
Se dispone de un documento que confirma la aceptación del pedido por parte del cliente.	X						
Se dispone de documentos correspondientes a cada revisión previa.	X						
Se tiene documentación sobre nuevos requerimientos para los productos.	X						
8.2.4 Cambios en los requisitos para los productos y servicios	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
La documentación se actualiza cuando los requisitos de los productos son alterados.	X						

8.3 Diseño y desarrollo de los productos y servicios							
8.3.1 Generalidades	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se establece, implementa y mantiene un proceso de diseño y desarrollo para la posterior provisión de nuevos tipos de compost o sustratos.							
8.3.2 Planificación del diseño y desarrollo	**Pxuntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se tiene un documento que describe lo que son las actividades de desarrollo y diseño, así como su duración y complejidad.	X						
Hay un documento que cubre las fases del proceso necesarias, incluyendo las correspondientes revisiones de diseño y desarrollo.	X						
Existe un documento sobre las actividades requeridas de verificación y validación del diseño y desarrollo (pilas piloto y ensayos de campo).	X						
Se han definido las responsabilidades y las autoridades que participan en el proceso de desarrollo y diseño.	X						
Hay un documento que aborda las necesidades de recursos internos como externos, para el diseño y la elaboración de productos y servicios.	X						
Hay una supervisión de las interacciones entre los individuos que están involucrados activamente en el proceso de desarrollo y diseño.	X						
Los clientes participan de manera activa en el proceso de desarrollo y diseño.	X						
El cliente ha dado su visto bueno durante el proceso de diseño y desarrollo del producto.	X						
Se registra cada fase del diseño y desarrollo para evidenciar que se han satisfecho estos requisitos.	X						
8.3.3 Entradas para el diseño y desarrollo	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se consideran los requisitos funcionales y de desempeño del compost (aporte nutricional, estabilidad, ausencia de fitotoxicidad).					X		
Antes de crear un producto, se tiene en cuenta la información obtenida de actividades anteriores que tengan similitudes con el diseño y desarrollo.		X					
Se consideran las normas o códigos de prácticas que la organización se ha comprometido a implementar (normativa ambiental aplicable y especificaciones técnicas para abonos orgánicos).	X						
Se consideran las consecuencias potenciales de fallas debido a la naturaleza del producto (compost inmaduro, presencia de patógenos o					X		

de semillas viables de maleza, exceso de sales).							
8.3.4 Controles del diseño y desarrollo	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se determinan los resultados de cada diseño y proceso de desarrollo.	X						
Se examinan los resultados del diseño y desarrollo para asegurar que se satisfagan los requerimientos.	X						
Se realizan actividades de verificación para asegurarse de que las salidas del diseño y desarrollo cumplen los requisitos de las entradas (análisis fisicoquímicos y microbiológicos del compost).	X						
Se realizan actividades de validación sobre el producto, una vez probado con el cliente o mediante ensayos de germinación y pruebas de campo.	X						
Se realizan acciones para solucionar los problemas que se identifican durante las actividades de verificación, validación o revisión.	X						
La información de estas actividades se registra.	X						
8.3.5 Salidas del diseño y desarrollo	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Las salidas de las fases de diseño y desarrollo satisfacen los requerimientos establecidos en las entradas.	X						
Las salidas del diseño y desarrollo son apropiadas para los procesos subsiguientes de suministro de productos.	X						
Las salidas del diseño y desarrollo abarcan o aluden a los requisitos para realizar seguimiento y medición, si corresponde, así como a los criterios de aceptación.							
Las salidas del diseño y desarrollo especifican las características del producto que son esenciales para su propósito previsto y su provisión segura y correcta (ficha técnica del compost y recomendaciones de dosificación).	X						
8.3.6 Cambios del diseño y desarrollo	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Existen documentos sobre los cambios del diseño y desarrollo (ajustes de formulación de la mezcla o del proceso).		X					
Se dispone de documentación acerca de los hallazgos de las revisiones.	X						
Hay documentos que autorizan las modificaciones.	X						
Hay documentación acerca de las medidas implementadas para evitar las consecuencias negativas.	X						
8.4 Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente							

8.4.1 Generalidades	Puntuación:						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Los productos suministrados externamente (residuos orgánicos, estiércol, aserrín, cal agrícola, melaza, inoculantes, sacos y etiquetas) cumplen con los requisitos.					X		
Existen criterios de selección, evaluación y reevaluación de los proveedores externos.					X		
Cuando se integran en los productos propios del proceso, hay mecanismos de control para aquellos productos que son proporcionados externamente.					X		
Cuando los proveedores externos suministran productos directamente a los clientes en nombre de la empresa, hay mecanismos para controlar lo que se les proporciona.	X						
La información de estas evaluaciones y cualquier acción que surja al respecto se documenta.	X						
8.4.2 Tipo y alcance del control	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Los procesos suministrados externamente (transporte de residuos, análisis de laboratorio, trituración o tamizado contratado) permanecen dentro del control de su sistema de gestión de la calidad.	X						
Los procedimientos de control para proveedores externos están establecidos.	X						
Los productos proporcionados desde el exterior hacen posible satisfacer los requerimientos de los clientes, así como las obligaciones legales y reglamentarias.				X			
Se realiza inspección en la recepción de la materia prima y de los insumos (tipo de residuo, presencia de material inerte, contaminación visible).				X			
8.4.3 Información para los proveedores externos	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se informa a los proveedores externos sobre lo que necesitan para los procesos y productos que van a suministrar.					X		
Los requerimientos para la autorización de productos se transmiten a los proveedores externos.		X					
Se transmite a los proveedores externos lo que requieren para aprobar procesos, métodos y equipos.	X						
Se les informa a los proveedores externos lo que necesitan para la competencia, incluyendo las calificaciones necesarias de las personas.	X						
Se les transmiten a los proveedores externos sus requerimientos para las interacciones con la empresa.	X						

Se comunica a los proveedores externos los criterios necesarios para supervisar y seguir el desempeño de estos por parte de la compañía.	X						
8.5 Producción y provisión del servicio							
8.5.1 Control de la producción y de la provisión del servicio	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Existe un documento que defina las características del producto (ficha técnica del compost y formulación estandarizada de la mezcla).					X		
Existe un documento que defina los resultados a alcanzar por lote (volumen, rendimiento y calidad esperada).				X			
Existen los recursos apropiados para monitorear y medir.		X					
Se cuenta con actividades de seguimiento y medición para el control del proceso o sus salidas y para la aceptación del producto (temperatura de la pila, humedad, pH, tiempo de maduración y madurez del compost).	X						
El ambiente y la infraestructura son apropiados para ejecutar los procesos.					X		
Se aplican y registran los procedimientos de limpieza del área, manejo de lixiviados y control de vectores.				X			
Hay protocolos establecidos para evitar errores humanos (identificación de pilas, señalización de etapas).	X						
Se realiza un seguimiento después de que los productos son entregados.			X				
8.5.2 Identificación y trazabilidad	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se identifican las salidas mediante codificación de lote y fecha de armado y de maduración, para asegurar la conformidad de los productos.					X		
Existe trazabilidad desde el residuo orgánico recibido hasta el compost entregado al cliente.					X		
Estas salidas se registran.					X		
8.5.3 Propiedad perteneciente a los clientes o proveedores externos	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Existen protocolos de cuidado de la propiedad perteneciente a los clientes o a proveedores externos (envases retornables, residuos entregados para tratamiento, equipos en préstamo).	X						
Cuando la propiedad se daña, se pierde o es considerada inapropiada para ser utilizada, el cliente o proveedor externo es notificado.	X						
Se mantiene la información registrada acerca de lo que sucedió.	X						

8.5.4 Preservación	Puntuación:						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Para garantizar que se cumplan los requisitos, las salidas se mantienen durante la producción.				X			
Las condiciones de almacenamiento del producto terminado (protección de la lluvia y del sol, control de humedad, rotación de inventario) preservan sus características.					X		
8.5.5 Actividades posteriores a la entrega	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Hay un documento que trata de las exigencias reglamentarias y legales de preservación.	X						
Existe un documento sobre las consecuencias potenciales no deseadas asociadas al producto (dosis excesivas, uso de compost inmaduro).	X						
Se documentan las características, el uso y la duración esperada del producto.	X						
Se brinda asesoramiento o asistencia técnica posterior a la entrega (recomendaciones de aplicación en campo).					X		
8.5.6 Control de los cambios	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Los cambios de producción se revisan y controlan con base en la continuidad del cumplimiento de los requisitos.	X						
Se registra información que explique los resultados de la revisión de las modificaciones, los individuos que aprueban el cambio y cualquier medida necesaria.	X						
8.6 Liberación de los productos y servicios	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se ponen en práctica las disposiciones que se han planificado para satisfacer los requisitos del producto.	X						
La información acerca de la liberación de los lotes de compost se documenta.				X			
Se puede rastrear a las personas que otorgan la autorización para liberar.				X			
8.7 Control de las salidas no conformes							
8.7.1 Generalidades	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se identifican y controlan las salidas no conformes (compost inmaduro, con exceso de humedad, con material inerte o fuera de especificación) para prevenir su uso o entrega no intencionada.	X						
Se aplican las medidas correctivas de la inconformidad.	X						
Las salidas no conformes se corrigen a través de la separación, el reproceso, la contención, la devolución o la suspensión en el suministro de productos.					X		

Las salidas no conformes se corrigen a través de la comunicación con el cliente.	X						
8.7.2 Documentación	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se registra información que caracterice la falta de conformidad.	X						
Se registra información que explique las medidas adoptadas.	X						
Se registra información que ayude a determinar quién es la autoridad que toma decisiones sobre la no conformidad.	X						

Fuente: Norma ISO 9001:2015, págs. 21-29.
Realizado por: Elaboración propia, 2026.

Tabla 3-19: Matriz de chequeo para diagnóstico del requisito 9

9. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO							
9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación							
9.1.1 Generalidades	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se han identificado los elementos que necesitan seguimiento y evaluación.			X				
Se han establecido los métodos requeridos para garantizar la validez de los resultados, incluyendo seguimiento, medición, análisis y evaluación.	X						
Hay plazos establecidos para el seguimiento y la medición.	X						
Se han definido indicadores de desempeño para el proceso de compostaje y para el SGC.	X						
Se examina el rendimiento y la efectividad del SGC.	X						
Se mantiene como prueba de los resultados la información documentada adecuada.	X						
9.1.2 Satisfacción del cliente	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se monitorea la percepción de los clientes respecto a cómo se satisfacen sus necesidades y expectativas.		X					
Se establecen los procedimientos para adquirir, monitorear y examinar esta información.	X						
9.1.3 Análisis y evaluación	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Los datos que se obtienen del seguimiento y la medición son analizados y evaluados.	X						
Los resultados del análisis se emplean para examinar si el compost es conforme.	X						
Para valorar la satisfacción del cliente, se emplean los resultados obtenidos a partir del análisis.	X						

Se utilizan los resultados del análisis para evaluar el desempeño de los proveedores externos.	X						
9.2 Auditoría interna							
9.2.1 Planificación de auditorías	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Con el fin de verificar la conformidad con los requisitos específicos del proceso para su SGC, se llevan a cabo auditorías en intervalos programados.	X						
Para ofrecer datos sobre la implementación y el mantenimiento efectivo del SGC, se llevan a cabo auditorías internas en períodos establecidos.	X						
9.2.2 Establecer, implementar y mantener las auditorías	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Existe un programa de auditorías documentado.	X						
Se escogen a los auditores y se realizan las auditorías garantizando que sean imparciales y objetivas.	X						
Se establecen los criterios y la extensión de cada auditoría.	X						
Se garantiza que la dirección reciba información sobre los resultados de las auditorías.	X						
Se hacen correcciones y se implementan las medidas correctivas apropiadas de manera oportuna.	X						
9.3 Revisión por la dirección							
9.3.1 Generalidades	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Para garantizar la idoneidad, adecuación, eficacia y alineación constante con la dirección estratégica de la organización, la alta dirección examina el SGC en períodos programados.	X						
9.3.2 Entradas de la revisión por la dirección	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se planifica y lleva a cabo la revisión por la dirección, considerando el estado de las acciones de las revisiones previas.	X						
La dirección planifica y ejecuta la revisión tomando en cuenta las modificaciones de los asuntos internos y externos que sean relevantes para el SGC.	X						
Se planifica y lleva a cabo la revisión por la dirección, considerando la información sobre el desempeño (satisfacción del cliente, no conformidades, resultados de auditorías y desempeño de proveedores externos).	X						

La dirección organiza y realiza la revisión teniendo en cuenta la efectividad de las medidas adoptadas para enfrentar las oportunidades y los riesgos.	X						
9.3.3 Salidas de la revisión por la dirección	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Las decisiones y acciones que están vinculadas con las posibilidades de mejora son parte de las conclusiones de la revisión por parte de la dirección.	X						
Las decisiones y las acciones que tienen que ver con cualquier requerimiento de cambio en el SGC son parte de las salidas de la revisión por la dirección.	X						
Las decisiones y acciones vinculadas a cualquier requerimiento de recursos son parte de las conclusiones de la revisión por la dirección.	X						
Hay datos registrados que respaldan los resultados de la revisión dirigida.	X						

Fuente: Norma ISO 9001:2015, págs. 29-31.
Realizado por: Elaboración propia, 2026.

Tabla 3-20: Matriz de chequeo para diagnóstico del requisito 10

10. MEJORA							
10.1 Generalidades	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Hay una estrategia para mejorar y un plan de gestión de las quejas de los clientes.	X						
Hay documentación acerca de las expectativas y necesidades que tendrán los clientes en el futuro.	X						
Se cuenta con documentación que aborda la disminución y prevención de efectos no deseados (olores, lixiviados, compost fuera de especificación).	X						
Hay un documento que sirve para mejorar la eficacia y el desempeño del SGC.	X						
10.2 No conformidad y acción correctiva	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
Se han documentado medidas correctivas en el servicio al cliente.	X						
Existe una política para la compensación o reposición de productos no conformes.			X				
Se realiza un análisis y revisión de las conformidades y no conformidades.	X						
Se establece si pueden presentarse no conformidades semejantes.	X						
Se conserva información documentada de la naturaleza de las no conformidades y de los resultados de las acciones correctivas.	X						

La organización realiza las modificaciones requeridas en el SGC.	X						
10.3 Mejora continua	**Puntuación:**						
La organización debe:	**0%**	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**	**N/A**	**Observaciones**
La idoneidad, la adecuación y la eficacia del SGC están en constante mejora.	X						
La gerencia analiza las oportunidades y necesidades para una mejora constante.		X					
Se consideran los resultados del análisis, la evaluación y la revisión por la dirección para determinar las oportunidades de mejora.	X						

Fuente: Norma ISO 9001:2015, págs. 32-33.
Realizado por: Elaboración propia, 2026.

Tabla 3-21: Matriz de consolidación cuantitativa de la lista de chequeo

#	REQUISITO	NÚMERO DE RESPUESTAS					TOTAL DE ÍTEMS
		0%	25%	50%	75%	100%	
4	CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN						23
5	LIDERAZGO						27
6	PLANIFICACIÓN						26
7	APOYO						76
8	OPERACIÓN						100
9	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO						28
10	MEJORA						13
TOTAL							**293**

Fuente: Norma ISO 9001:2015.
Realizado por: Elaboración propia, 2026.

Anexo 2

PROSAGRI
Proveedores de Soluciones Agrícolas

Pujilí, 21 de septiembre de 2026

Por medio del presente documento, la empresa CERTIFICA que se ha iniciado con la implementación del proceso de elaboración de compostaje orgánico diseñado con base a los requisitos aplicables de la Norma IS0 9001:2015, como parte del trabajo de titulación de maestría en Gestión de Agroempresas y Agronegocios de la UTN del Ing. Cristian Andrés Recalde Sánchez. A la fecha de emisión del presente, la implementación se encuentra EN PROGRESO, por lo que existen componentes ya puestos en práctica con actividades que continúan en ejecución y otras cuya evaluación definitiva corresponde realizar una vez cumplidos los periodos de medición establecidos.

La empresa deja constancia de que la implementación progresiva comprende la sensibilización y aprobación, la elaboración y socialización de la documentación, la capacitación del personal, la aplicación piloto de procedimientos y registros durante el ciclo productivo, y el posterior seguimiento y ajuste del proceso.

ESTADO DE AVANCE DE LA IMPLEMENTACIÓN

FASE PREVISTA	ACTIVIDAD	ESTADO A LA FECHA	OBSERVACIÓN
1.- Sensibilización y aprobación	Presentación de la propuesta; política y objetivos de calidad.	Implementada	Propuesta socializada con Gerencia
2.- Elaboración y socialización de documentación	Procedimientos, instructivos, formatos y registros.	En Progreso	La elaboración, revisión, socialización y aplicación de procedimientos, instructivos y formatos se encuentra en desarrollo en la empresa.
3.- Capacitación del personal	Capacitaciones previstas con el personal.	En progreso	Capacitación y acompañamiento al personal en uso de registros, control de variables críticas, trazabilidad y criterios del proceso.
4.- Implementación piloto	Aplicación de procedimientos y registros durante el ciclo productivo.	En progreso	Aplicación piloto de procedimientos y registros durante el ciclo productivo de compostaje. Se recopila evidencia de controles realizados.
5.- Seguimiento y ajustes	Revisión de indicadores, ajustes.	En progreso	Seguimiento inicial de la implementación y revisión progresiva de registros e indicadores. Los ajustes se realizarán al completar el periodo de evaluación.

San Jose de Alpamalag s/n, Pujili
0983647429-0983647459
prosagriecuador@gmail.com

EVALUACIÓN DEL PROCESO EN FUNCIÓN DE LOS INDICADORES PROPUESTOS

La empresa establece que la evaluación del proceso implementado y de su avance se efectuará con los nueve indicadores definidos en la propuesta técnica. Ya que la implementación se encuentra en progreso; la valoración asignada en este certificado tiene carácter de seguimiento: los indicadores cuya frecuencia o periodo de observación todavía no se haya cumplido se registrará como "en seguimiento/en desarrollo" sin signar resultados que no cuenten con evidencia.

INDICADOR	META PROPUESTA	FRECUENCIA	RESULTADO VERIFICADO	ESTADO DE LA EVALUACIÓN	OBSERVACIÓN
Cumplimiento de la norma	≥60% al primer año	Semestral	Evaluación en desarrollo	En seguimiento	La verificación del cumplimiento se consolidará mediante la aplicación del chequeo ISO 9001:2015 al completar el periodo previsto.
Conformidad con el producto	≥95%	Mensual	Medición en desarrollo	En seguimiento	Se recopilan registros de conformidad de los lotes producidos. El porcentaje final se calculará al cerrar el periodo mensual.
Rendimiento del proceso	≥55%	Por lote	Lote piloto en desarrollo	En seguimiento	Se registran cantidades de materia prima ingresada y compost obtenido. El rendimiento se calculará al concluir el lote evaluado.
Cumplimiento del ciclo	≥90%	Mensual	Ciclo productivo en desarrollo	En seguimiento	El cumplimiento se determinará una vez concluido el lote piloto y se compare con el tiempo planificado
Control de variables críticas	≥100%	Mensual	Registros en desarrollo	En seguimiento	Se mantienen controles en las variables críticas del proceso; la evaluación porcentual se consolidará al cierre del periodo mensual.

Conformidad de la materia prima	≥95%	Mensual	Registros en desarrollo	En seguimiento	Se documenta la recepción y aceptación de materia prima. El resultado se consolidará al cierre del periodo mensual.
Satisfacción del cliente	≥de 4 sobre 5	Semestral	Evaluación programada	En seguimiento	La encuesta de satisfacción será consolidada cuando corresponda la frecuencia semestral establecida.
Atención de no conformidades	≥90%	Trimestral	Seguimiento en desarrollo	En seguimiento	Las no conformidades y acciones que se presenten serán registradas y evaluadas conforme a la frecuencia trimestral prevista.
Capacitación ejecutada	100%	Semestral	Capacitación en desarrollo	En seguimiento	Se ejecutan actividades de capacitación y acompañamiento. El % final se determinará con las horas efectivas ejecutadas frente a las programadas.

EVALUACIÓN GENERAL DE PROSAGRI

Con base en las actividades ejecutadas y en la evidencia disponible a la fecha, PROSAGRI considera que la implementación del proceso presenta un avance progresivo y se mantiene EN PROGRESO. La evaluación definitiva de su eficacia, eficiencia, calidad del producto y mejora continua se consolidará conforme se complete la implementación piloto, se disponga de los registros y se cumplan las fases de medición de los indicadores establecidos.

La empresa respalda el avance declarado mediante información documentada y evidencia fotográfica. Los registros utilizados deberán permitir relacionar las actividades ejecutadas con las fases del plan de implementación y cuando corresponda, con el calculo de los indicadores de desempeño.

Evidencia	Disponibilidad	Identificación
Política y objetivos de calidad, documentos socializados	En desarrollo	Política y objetivos de calidad PROSAGRI, en proceso de elaboración, implementación y socialización.

Procedimientos e instructivos aplicados	En desarrollo	Procedimientos e instructivos del proceso de compostaje, en proceso de aplicación dentro de PROSAGRI.
Hoja de control de camas o lagartos	En desarrollo	Hoja de control de camas o lagartos en proceso de elaboración, aplicación y generación de registros
Ficha de trazabilidad del lote	En desarrollo	Ficha de trazabilidad del lote, en proceso de elaboración y aplicación durante la elaboración.
Registro de liberación del producto terminado	En desarrollo	Registro de liberación del producto terminado, se completará al cierre del lote piloto.
Registros de capacitación	En desarrollo	Registro de capacitación del personal, serán generadas durante la ejecución del plan.
Registros de no conformidades y acciones correctivas	En desarrollo	Registro de no conformidades y acciones correctivas, aplicable conforme se presenten hallazgos durante el seguimiento.
Resultados o fichas de cálculo de indicadores	En desarrollo	Matriz o registro de seguimiento de los nueve indicadores de desempeño propuestos.
Registro fotográfico de la propuesta de implementación	SI	Anexo registro fotográfico de las actividades de propuesta de implementación

Tania Soledad Gallo Duenas
Time Stamping Security Data

Ing. Tania Gallo
Gerente PROSAGRI

REGISTRO FOTOGRÁFICO

PROCESO DE COMPOSTAJE EN DESARROLLO EN PROSAGRI	SOCIALIZACIÓN DOCUMENTAL EN PROGRESO
	
SOCIALIZACIÓN DE APLICACIÓN DE REGISTROS	**SEGUIMIENTOS DEL PROCESO: MEDICIONES, VERIFICACIONES**
	
SEGUIMIENTO DEL PROCESO: IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD DE MATERIALES Y LOTES EN PROCESO	**SEGUIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN: ACOMPAÑAMIENTO AL PERSONAL Y VERIFICACIÓN DEL PROCESO EN CAMPO**
	

San Jose de Alpamalag s/n, Pujili
0983647429-0983647459
prosagriecuador@gmail.com