

Administración de Empresas y Marketing

Tesis previa a la obtención de título de
licenciatura en

Erika Gabriela Ayala Collaguazo – Marketing

Alessio Genovese Cajas – Administración de empresas

Mauricio José Gómez Puyol - Marketing

Dennys Oswaldo Ñauñay Yucta - Marketing

Dominique Mabel Rodríguez Vega – Marketing

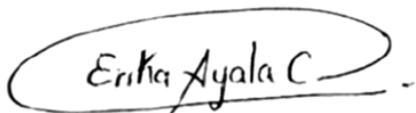
TUTOR: MBA Janeth Castillo de Cáceres

TEMA: Aprovechamiento de cáscaras de huevo para la elaboración de una enmienda agrícola orgánica de carbonato de calcio con aplicación agraria.

Certificado de Autoría

Nosotros, ERIKA GABRIELA AYALA COLLAGUAZO, ALESSIO GENOVESE CAJAS, MAURICIO JOSÉ GÓMEZ PUYOL, DENNYS OSWALDO ÑAÑAY YUCTA, DOMINIQUE MABEL RODRÍGUEZ VEGA; declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito, “Aprovechamiento de cáscaras de huevo para la elaboración de una enmienda agrícola orgánica de carbonato de calcio con aplicación agraria”; es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamento y Leyes.

Handwritten signature of Erika Ayala C. in black ink, enclosed in a hand-drawn oval.

ERIKA GABRIELA AYALA COLLAGUAZO

Handwritten signature of Alessio Genovese Cajas in black ink, featuring a large, stylized initial 'A'.

ALESSIO GENOVESE CAJAS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mauricio José Gómez Puyol', written in a cursive style with a large loop at the end.

MAURICIO JOSÉ GÓMEZ PUYOL

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dennys Oswaldo Ñauñay Yucta', written in a cursive style with several loops.

DENNYS OSWALDO ÑAUÑAY YUCTA

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dominique Mabel Rodríguez Vega', written in a cursive style with a large loop at the end.

DOMINIQUE MABEL RODRÍGUEZ VEGA

Aprobación del Autor

Yo Janeth Castillo, certifico que conozco a los autores del presente trabajo de titulación, “Aprovechamiento de cáscaras de huevo para la elaboración de una enmienda agrícola orgánica de carbonato de calcio con aplicación agraria”, ERIKA GABRIELA AYALA COLLAGUAZO, ALESSIO GENOVESE CAJAS, MAURICIO JOSÉ GÓMEZ PUYOL, DENNYS OSWALDO ÑAÑAY YUCTA, DOMINIQUE MABEL RODRÍGUEZ VEGA, siendo los responsables exclusivos tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

.....
MBA Janeth Castillo de Cáceres

Tutor del Proyecto

Resumen Ejecutivo

El presente proyecto de titulación evalúa la viabilidad técnica, comercial y ambiental de Biocal, una enmienda agrícola orgánica elaborada a partir de cáscaras de huevo y rechazos de brócoli, residuos agroalimentarios que actualmente presentan una limitada valorización en el Ecuador. El objetivo del estudio es proponer una alternativa sostenible y accesible para la corrección de suelos ácidos, dirigida al sector agrícola ecuatoriano.

Desde el enfoque técnico, se analiza el aporte del carbonato de calcio contenido en la cáscara de huevo, junto con los micronutrientes y la materia orgánica provenientes del brócoli, determinando que su formulación en polvo fino mejora la eficiencia de aplicación y la absorción en el suelo. La validación técnica respalda su capacidad para neutralizar la acidez y contribuir a la mejora de la fertilidad del suelo.

A nivel operativo, la investigación de campo permitió identificar la disponibilidad de materia prima suficiente para una producción inicial viable. En el ámbito comercial, se desarrolló un plan de marketing orientado a la educación del agricultor, la validación en campo y las acciones comerciales directas, considerando el carácter innovador del producto.

El proyecto concluye que Biocal representa una alternativa factible y alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 12 y 13, al promover la economía circular, reducir residuos agroindustriales y fomentar prácticas agrícolas más sostenibles.

Palabras Clave: Agricultura Sostenible, Acidez, Cáscara de Huevo, Enmienda Orgánica.

Abstract

This degree project assesses the technical, commercial, and environmental feasibility of Biocal, an organic soil amendment produced from eggshells and broccoli waste, agri-food residues with limited current valorization in Ecuador. The study aims to propose a sustainable and cost-effective solution for correcting acidic soils, targeting the Ecuadorian agriculture sector.

Technically, the project evaluates the contribution of calcium carbonate from eggshells combined with organic matter and micronutrients from broccoli waste. The fine powder formulation enhances soil absorption and application efficiency, supporting soil acidity correction and fertility improvement.

Field research confirmed the availability of sufficient raw material for initial production in Quito. From a marketing perspective, a strategy focused on farmer education, field validation, and direct commercial actions was developed.

Overall, the project demonstrates that Biocal is a viable alternative aligned with Sustainable Development Goals 12 and 13, promoting circular economy practices, waste reduction, and more sustainable agricultural systems.

Keywords: Sustainable Agriculture, Soil Acidity, Eggshell, Organic Amendment.

Dedicatoria

Yo, Erika Gabriela Ayala Collaguazo, dedico este proyecto de titulación, en primer lugar, a Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la guía necesarias a lo largo de todo mi camino académico y personal, permitiéndome superar cada reto y culminar esta etapa tan importante para mí y mi familia.

Dedico este trabajo principalmente a mis padres, quienes han sido mi pilar durante estos cuatro años de formación profesional. Agradezco profundamente su amor incondicional, su confianza en mí, sus consejos orientados siempre a la mejora continua y a mi crecimiento personal y profesional. Su ejemplo de dedicación, voluntad y compromiso con el trabajo y la vida ha sido una inspiración constante para no rendirme y esforzarme cada día por ser mejor. Asimismo, agradezco a mis hermanos y familiares, quienes estuvieron siempre presentes, apoyándome en cada instante, en cada inconveniente, acompañándome emocionalmente y formando parte fundamental del respaldo que recibí a lo largo de mi carrera.

Expreso también mi sincero agradecimiento a cada uno de los profesores que contribuyeron a mi formación durante estos cuatro años. Estoy profundamente agradecida por su exigencia académica, por confiar en mis capacidades e impulsarme a la excelencia. Valoro enormemente la comunicación, la amistad y el apoyo que mantuvieron conmigo, así como su constante predisposición para orientar, acompañar y buscar soluciones ante cualquier dificultad, aportando significativamente a mi desarrollo profesional y humano.

Agradezco de manera especial a mis amigos, quienes estuvieron presentes durante toda esta etapa con sus consejos, su ayuda constante y su apoyo incondicional, tanto académico como emocional. Gracias por motivarme a seguir adelante cuando las cosas se complicaban, por

impulsarme a mejorar, por las risas, por los enojos, por todos los momentos compartidos y por enseñarme que el aprendizaje también se construye desde la amistad, la empatía y el compañerismo.

De igual manera, dedico este proyecto a mi equipo de trabajo, conformado por Mauricio, Dominique, Alessio y Dennys, por su compromiso, esfuerzo y apoyo constante durante este semestre. A pesar de los momentos de dificultad, desacuerdos y jornadas exigentes, siempre demostraron responsabilidad, predisposición para dar lo mejor de sí con el objetivo de sacar adelante este proyecto. Valoro profundamente el trabajo en equipo, la dedicación y la entrega de cada uno que hicieron posible alcanzar este logro.

Y finalmente, dedico este proyecto a mí misma, por toda la perseverancia, el esfuerzo y el compromiso demostrados a lo largo de mi carrera. Fueron etapas de mucha investigación, organización y sacrificio. Hubo momentos de duda, cansancio, pero también de crecimiento y aprendizaje. Reconozco mi capacidad de afrontar dificultades, de organizarme y alcanzar metas significativas que hoy reflejan en este proyecto, el cual representa un paso importante para mi vida personal y profesional.

Yo, Alessio Genovese Cajas, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi mamá Alexandra y a mi papá Miguel, quienes hicieron posible la realización de este sueño. Gracias por nunca haberme dejado solo, por impulsarme constantemente a crecer y a mejorar, y por brindarme su apoyo incondicional y su amor a lo largo de toda mi carrera universitaria. Han sido el pilar fundamental y el ancla de todo lo que he construido; sin ustedes, no me habría convertido en la persona que soy hoy. Cada sacrificio que hicieron por mí jamás fue en vano, y seguiré esforzándome por ser mejor cada día, con la esperanza de algún día poder devolverles, aunque sea en parte, todo lo que han hecho por mí.

A mis hermanas Karen, Mikaela y Pamela, gracias por haber estado siempre ahí, por saber aconsejarme cuando sentía que tomaba un mal rumbo y por ayudarme a reenfocar mis pasos hacia el camino correcto. Gracias por su apoyo constante, por su ejemplo y por su deseo genuino de verme crecer y alcanzar mis metas. Todo lo que he logrado también refleja el amor, la guía y las enseñanzas que me han brindado, y mi mayor anhelo es ser para ustedes un ejemplo a seguir, así como ustedes lo han sido para mí, buscando siempre lo mejor para cada una de ustedes.

Finalmente, quiero agradecer de manera especial a mi novia Camille, por su apoyo inquebrantable y por tenderme la mano en los momentos más difíciles. Gracias por cambiar mi perspectiva de la vida, por motivarme día a día a perseguir mis sueños y por recordarme siempre el propósito de lo que hago, por brindarme la paz y la felicidad que una persona verdaderamente anhela encontrar en algún punto de su vida; tu apoyo ha sido el impulso que me ha permitido avanzar, y por ello te estaré eternamente agradecido.

Yo, Mauricio José Gómez Puyol, dedico mi formación universitaria y el presente proyecto de titulación, en primer lugar, a Dios. A lo largo de mi vida se me ha enseñado que sin Él nada es posible, y hoy, más que nunca, agradezco por el conocimiento y la oportunidad de culminar este proceso de manera exitosa. No ha sido un camino fácil; sin embargo, Dios y la Virgen han sido guía constante en cada decisión, dificultad y aprendizaje, sosteniéndome cuando el esfuerzo parecía no ser suficiente.

De manera especial, dedico esta etapa universitaria a mi pilar fundamental y mi lugar seguro: mi familia. Sin el apoyo, la fortaleza y el amor incondicional de mis padres y de mi hermano, este logro no habría sido posible. En particular, a mi mamá: una vida no sería suficiente para expresar todo el agradecimiento que siento. Gracias por nunca rendirte, por confiar en mí incluso cuando yo dudé, y por no soltarme jamás. Tus valores, tu educación y tu profundo sentido humano han sido la base sobre la que he construido a la persona y al profesional que soy hoy. Este logro no es individual, es de quienes caminaron conmigo en todo momento. Gracias, mamá, papá y Caye.

Asimismo, dedico este trabajo a mi propio esfuerzo, constancia y disciplina, valores que me permitieron enfrentar cada obstáculo y avanzar incluso en los momentos más exigentes del proceso. Quiero también dedicar este proyecto a una compañera, colega, amiga y excelente ser humano. Dominique ha sido una parte clave a lo largo de este camino; las dificultades y los logros compartidos nos han llevado más lejos de lo que imaginamos. Sigue siendo quién eres. Me siento profundamente orgulloso de tu esfuerzo y estoy convencido de que llegarás muy lejos.

Finalmente, dedico este trabajo a los profesores y compañeros con quienes compartí aulas y pasillos universitarios. Gracias por el aprendizaje, las experiencias y los momentos que

marcaron esta etapa. Les deseo el mayor de los éxitos y espero que nuestros caminos vuelvan a cruzarse en nuevas circunstancias.

Gracias a todos por acompañarme en este camino llamado universidad.

Yo, Dennys Oswaldo Ñauñay Yucta, Dedico el presente proyecto a quienes me han acompañado a lo largo de este extenso camino; a quienes, pese a cualquier circunstancia, han estado siempre presentes para brindarme apoyo, consejo y, sobre todo, su amor incondicional: mi familia, las personas más importantes en mi vida.

A mi padre, Oswaldo, por haberme ayudado a iniciar esta aventura llamada Quito. Gracias por acompañarme en cada etapa, por ser un ejemplo y por representar el modelo de hombre al que aspiro llegar a ser. Mi héroe.

A mi madre, Celia, porque a través de sus acciones me hizo sentir siempre amado. Gracias por su constante dedicación, por estar pendiente de cada aspecto de mi vida y por cuidar incluso los más mínimos detalles para mi bienestar. Mi lugar seguro.

A mi hermana, Katy, por todos los momentos compartidos, por su constante apoyo y por ser la persona en quien siempre puedo confiar. Hemos crecido juntos, y tengo la seguridad de que cada uno alcanzará sus metas, permaneciendo unidos como desde niños.

Gracias por todo. Siempre están presentes en mis pensamientos. La distancia no ha cambiado nada entre nosotros, porque “puede el árbol extender sus ramas, pero sus raíces no se moverán”.

Yo, Dominique Mabel Rodríguez Vega, no quiero que esta dedicatoria sea convencional; quiero que sea una carta nacida desde el alma, un suspiro final antes de cerrar una etapa que me cambió para siempre. Hoy me despido de cuatro años que no solo pasaron, sino que me marcaron, moldearon mi carácter, fortalecieron mis sueños y dejaron huellas que llevaré conmigo toda la vida. Cuatro años que fueron luz, caída, aprendizaje y renacer. Hoy los dejo atrás con una gratitud que no cabe en estas líneas.

Primero, quiero agradecerte a ti, mamita. Nada de esto habría sido posible sin tu fuerza, tu amor incondicional y esa manera tan tuya de enseñarme a ser valiente incluso en mis momentos más frágiles. Gracias por creer en mí cuando ni yo misma sabía si podía, por darme el coraje para enfrentar mis propios miedos y demostrarme, día a día, que sí era capaz de pagarme la universidad y construir mi futuro con mis propias manos.

Gracias por despertarte de madrugada para irme a ver al trabajo, por tus desayunos, por acompañarme a las paradas, por recogerme de la universidad, y por sostenerme incluso en mis silencios, cuando las palabras no me alcanzaban. Hace pocos días te lo dije, y hoy lo repito desde lo más profundo de mí: si tengo raíces fuertes, es porque tu árbol siempre me dio sombra, refugio y dirección. Eres mi mayor ejemplo, mi fuerza y mi motivo. Hoy, después de cuatro años, puedo mirarte con el corazón lleno y decirte: ¡Lo logramos, mamita!

También quiero agradecerme a mí misma. A esa versión de mí que, aun con miedo, nunca se rindió. Quiero reconocer el camino tan duro y desafiante que me tocó recorrer: sostener dos trabajos al mismo tiempo, quedarme hasta la madrugada en el restaurante, vivir momentos de incertidumbre mientras buscaba empleo cuando ya no tenía uno, y aun así levantarme cada día con la determinación de seguir.

Agradezco a la joven que fui por no soltar este sueño incluso cuando parecía inalcanzable, por esforzarse por mantener la beca con buenas calificaciones, por poner el corazón entero en cada examen, en cada proyecto, en cada sacrificio, A la versión de mí que nunca se rindió, que sacrificó momentos, espacios y hasta pedacitos de juventud por este sueño. No fue un camino fácil. Hubo cansancio, lágrimas, renunciaciones y noches interminables... pero también una fuerza interna que nunca dejó de empujarme hacia adelante. Hoy, mirando atrás, puedo decir con certeza que cada desvelo, cada esfuerzo y cada pedacito de juventud entregado valieron la pena.

Dedico esta tesis también a mi abuelita Lili, siempre pendiente de mis avances, mi proceso y de mi bienestar. Y a mis abuelitos que ya no están físicamente: mi abuelito Ulia, mi abuelito Renán y mi abuelita Eugeñita. Cómo me hubiera gustado que estuvieran aquí para ver este momento, para abrazarlos y decirles que todo lo que soy hoy también nace de ustedes. Aunque la vida no les permitió acompañarme en este logro, los siento conmigo en cada logro que alcanzo. Los llevo en mi memoria, en mis valores, en el amor que sembraron en nuestra familia.

A mis amigos, a quienes conocí en esta aventura universitaria, gracias por hacer de estos años una colección de recuerdos inolvidables. Me llevo lo más lindo de cada uno; Al final somos una mezcla de todas las personas que han sido parte de nuestro camino. Me alegra saber que algunas de ellas son parte esencial de quien soy hoy.

Y, por supuesto, quiero agradecer a mis compañeros de tesis. A Mau, con quien compartí la mayoría de los proyectos durante toda la carrera y con quien formé un dúo increíble, a Eri, Alessio y Dennys, gracias por su compromiso, su paciencia y por acompañarme en cada etapa de este proceso. Gracias por hacer de esta tesis algo más ligero, más llevadero y, sobre todo, más humano. Este logro también les pertenece; sin ustedes, este camino no habría sido igual.

Agradecimiento

Expresamos nuestro más profundo agradecimiento a la MBA. Janeth Castillo, quien, con su guía, paciencia y dedicación, acompañó cada etapa del desarrollo de este proyecto de titulación. Reconocemos y valoramos profundamente su compromiso y el tiempo invertido en nuestra formación.

Hacemos extensivo nuestro agradecimiento a todos los docentes que nos han acompañado a lo largo de nuestra carrera universitaria, quienes con sus conocimientos, exigencia y vocación docente contribuyeron al crecimiento académico y profesional de cada uno de nosotros. De manera especial, queremos destacar el aporte de los profesores que formaron parte de nuestro último semestre, cuyas clases, retroalimentaciones y acompañamiento resultaron fundamentales para culminar este proceso con éxito.

Agradecemos también a las instituciones, profesionales y personas que directa o indirectamente aportaron con información, recomendaciones o apoyo durante el desarrollo de esta investigación. Cada orientación técnica recibida enriqueció significativamente la construcción de este proyecto.

Finalmente, extendemos nuestro reconocimiento a los futuros lectores de este trabajo. Esperamos que los resultados aquí expuestos sean de utilidad para investigaciones posteriores, inspiren nuevos proyectos y contribuyan al fortalecimiento del conocimiento en el ámbito agrícola y de sostenibilidad.

A todos quienes formaron parte de este camino académico, muchas gracias.

Índice de Contenidos

<i>Certificado de Autoría</i>	2
<i>Aprobación del Autor</i>	4
<i>Resumen Ejecutivo</i>	5
<i>Abstract</i>	6
<i>Dedicatoria</i>	7
<i>Agradecimiento</i>	15
<i>Introducción</i>	24
<i>1. Fase de Empatía</i>	27
<i>1.1. Marco Teórico</i>	27
<i>1.2. Buyer Persona</i>	31
<i>1.3. Mapa de Empatía</i>	32
<i>2. Identificación de la Problemática</i>	33
<i>2.1. 5 por que's</i>	33
<i>2.2. Selección de Problema con Mayor Oportunidad de Negocio</i>	34
<i>2.3. Propuesta Inicial</i>	35
<i>3. Ideación</i>	35
<i>3.1. Propuesta de valor específica</i>	35

3.2. Modelo de monetización	38
3.3 Prototipaje 1.0	38
3.4 Análisis del Macroentorno	40
3.5 Análisis del Microentorno – 5 Fuerzas de Porter	43
3.6 Análisis del Matriz FODA Cruzado	46
4. Investigación de Mercado	48
4.1 Introducción	48
4.2 Objetivos de la investigación	49
4.3 Metodología	50
4.3.1 Enfoque de la investigación	50
4.3.2 Población y muestra	50
4.3.3 Instrumento de recolección de información y validación con el segmento de mercado	56
4.4 Análisis de resultados: Deseabilidad del producto	57
4.4.1 Encuesta sobre uso de productos agrícolas y percepción de Biocal	57
4.5 Análisis de resultados: Factibilidad técnica y validación experta	62
4.5.1 Entrevista semiestructurada	62
4.5.1.1 Principales hallazgos	63
4.5.2 Validación científica	65
4.5.2.1 Principales hallazgos	65

4.6	<i>Análisis de resultados: Viabilidad</i>	66
4.6.1	<i>Viabilidad técnica</i>	67
4.6.2	<i>Viabilidad comercial</i>	68
4.7	<i>Conclusiones de la Investigación de Mercados</i>	68
4.8	<i>Punto de decisión – Pivoteo realizado</i>	69
4.9	<i>Marco Teórico basado en Pivoteo realizado</i>	72
4.9.1	<i>Fórmula recomendada para la enmienda orgánica</i>	73
4.9.2	<i>Proceso productivo completo para la enmienda orgánica</i>	74
5	<i>Informe Financiero Inicial</i>	78
5.9	<i>Modelo financiero</i>	78
6	<i>Prototipo 2.0</i>	79
7	<i>Modelo de Monetización</i>	81
8	<i>Estudio Técnico y Modelo de Gestión Organizacional</i>	83
8.9	<i>Localización (Matriz)</i>	83
8.10	<i>Operaciones (Mapa de procesos)</i>	84
8.12	<i>Diseño Organizacional (Organigrama)</i>	89
8.13	<i>Conformación Legal</i>	91
9	<i>Plan de Marketing</i>	92
9.9	<i>Segmentación y Cuantificación de Mercado</i>	92

9.10 Establecimiento de Objetivos de Marketing	96
9.11 Definición de Estrategias	98
10 Marketing Mix (4P's)	98
10.9 Producto	98
10.1.2 Análisis del Empaque de Biocal Aspecto General	109
10.10 Plaza	113
10.11 Promoción	115
10.12 Precio	121
11 Matriz de Marketing	127
12 Presentación del Video Comercial del Prototipo de Biocal	134
13 Evaluación Financiera	135
13.1 Segmentación y Cuantificación del Mercado	138
13.2 Costeo Unitario Detallado	139
13.3 Gastos Generales	140
13.4 Estructura de Nómina	142
13.5 Inversión Inicial	142
13.6 Capital de Trabajo	145
13.7 Estructura de Financiamiento	145
13.8 Estado de Resultados	147

13.9 Balance General	148
13.10 Punto de Equilibrio	150
13.11 Indicadores de Rentabilidad - Identidad DuPont	150
13.12 Tasas de Descuento	151
13.13 Evaluación Financiera – Escenario Base	151
13.14 Análisis de Sensibilidad – Variación Cuota de Mercado	152
13.15 Análisis de Sensibilidad – Variación Precio	154
13.16 Conclusiones de Evaluación Financiera	156
Conclusiones	158
Recomendaciones	160
14 Bibliografía	161
15 Anexos	165

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1. Mapa de empatía.....</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 2. Prototipo 1.0 de Biocal.....</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 3. Distribución de cultivos principales.....</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 4. Tipos de insumos usados</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 5. Aspectos más valorados al elegir productos agrícolas.....</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 6. Nivel de intención de compra hacia Biocal</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 7. Factores que generan confianza para comprar Biocal.....</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 8. Nube de términos clave.....</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 9. Landing Page para computador.....</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 10. Landing Page para celular</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 11 Paleta de Colores.....</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 12 Logo.....</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 13 Prototipo del Producto</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 14 Video Comercial de Biocal</i>	<i>134</i>

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Consideración de las unidades de producción agropecuaria (UPA)</i>	52
<i>Tabla 2. Consumo estimado por tipo de productor</i>	53
<i>Tabla 3. Superficie de cultivos permanentes y transitorios por región y principales provincias</i>	55
<i>Tabla 4 Segmentación y Tamaño de Mercado</i>	96
<i>Tabla 5 Análisis de la competencia en productos agrícolas</i>	124
<i>Tabla 6 Detalle de Costos.....</i>	125
<i>Tabla 7 Matriz de Marketing</i>	131
<i>Tabla 8 Resumen de Supuestos Clave de Evaluación.....</i>	137
<i>Tabla 9 Convergencia de Segmentación</i>	139
<i>Tabla 10 Estructura de Costo por Saco de 25 kg.....</i>	140
<i>Tabla 11 Gastos Generales Proyectados.....</i>	141
<i>Tabla 12 Personal y Remuneraciones</i>	142
<i>Tabla 13Detalle de Inversión en Activos</i>	144
<i>Tabla 14 Inversión Preoperativa</i>	145
<i>Tabla 15 Composición del Capital.....</i>	146
<i>Tabla 16 Estado de Resultados Proyectado Anual.....</i>	148
<i>Tabla 17 Estado de Situación Financiera Proyectado.....</i>	149
<i>Tabla 18 Análisis de Punto de Equilibrio.....</i>	150
<i>Tabla 19 Análisis DuPont</i>	150
<i>Tabla 20 Parámetros de Evaluación.....</i>	151
<i>Tabla 21 Flujos de Efectivo Proyectados</i>	151

<i>Tabla 22 Indicadores Financieros - Escenario Base.....</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 23 Flujos Escenario Pesimista</i>	<i>153</i>
<i>Tabla 24 Flujos Escenario Optimista.....</i>	<i>154</i>
<i>Tabla 25 Flujos Escenario Precio Bajo.....</i>	<i>156</i>
<i>Tabla 26 Flujos Escenario Precio Alto.....</i>	<i>156</i>

Introducción

Este informe presenta una investigación integral sobre la viabilidad de transformar residuos agroalimentarios, específicamente cáscaras de huevo provenientes de empresas avícolas y rechazos de brócoli generados por agricultores de la Sierra, en una enmienda agrícola orgánica en polvo fino, destinada a la corrección de suelos ácidos y a la mejora de la productividad agrícola en el Ecuador. El propósito central de este estudio es evaluar el potencial real de estos residuos como materia prima para la elaboración de un insumo orgánico sostenible, dirigido principalmente a los agricultores de la región Sierra, quienes requieren soluciones eficientes, accesibles y adaptadas a las condiciones de sus cultivos y suelos.

El Ecuador presenta un alto volumen de generación de cáscaras de huevo como residuo industrial de las avícolas, así como una cantidad significativa de brócoli descartado por no cumplir estándares comerciales. Ambos materiales suelen desecharse sin un proceso adecuado de valorización, lo que genera impactos ambientales y costos adicionales para los productores. No obstante, estos residuos representan una oportunidad estratégica para el desarrollo de productos agrícolas bajo un enfoque de economía circular, transformando desechos en insumos útiles que retornan al sistema productivo rural. Este enfoque se alinea directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente el ODS 12: Producción y Consumo Responsables, al promover el aprovechamiento eficiente de recursos, y el ODS 13: Acción por el Clima, al fomentar prácticas agrícolas que reducen la huella ambiental, restauran la salud del suelo y mejoran la resiliencia de los sistemas productivos.

La cáscara de huevo destaca por su alto contenido de carbonato de calcio (CaCO_3), superior al 90%, lo que la convierte en un insumo de gran utilidad para la neutralización de acidez, desbloqueo de nutrientes y corrección química del suelo. Por su parte, el rechazo de

brócoli aporta nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, además de compuestos orgánicos que enriquecen la estructura del suelo y favorecen la actividad microbiana. La combinación de ambos elementos da origen a una enmienda completa, con capacidad para mejorar el pH del suelo, aportar nutrientes esenciales y contribuir a prácticas agrícolas más sostenibles y de menor impacto ambiental.

Este estudio también incorpora el análisis del contexto económico y normativo del sector agrícola ecuatoriano. La volatilidad de los precios de insumos importados, la degradación progresiva de los suelos de la Sierra y la necesidad de reducir la dependencia de fertilizantes químicos impulsan la búsqueda de alternativas locales y orgánicas. En este sentido, evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental de una enmienda elaborada a partir de residuos agroalimentarios constituye un aporte significativo para fortalecer la transición del país hacia sistemas agrícolas más responsables, eficientes y resilientes.

Finalmente, esta investigación subraya la importancia de la colaboración entre avícolas, agricultores, instituciones técnicas y entidades regulatorias, para consolidar modelos de producción basados en economía circular. La conversión de residuos en una enmienda agrícola funcional no solo reduce impactos ambientales, sino que también incrementa la competitividad del productor rural, promueve la sostenibilidad del sector y contribuye directamente al desarrollo de soluciones innovadoras alineadas con los objetivos globales de sostenibilidad.

Objetivo General

Analizar la viabilidad técnica, económica y ambiental de producir un abono orgánico en polvo fino a partir de cáscaras de huevo y rechazos de brócoli, destinado a corregir la acidez del suelo y mejorar la productividad de cultivos en el sector agrícola ecuatoriano.

Objetivos Específicos

1. **Evaluar las propiedades físicas, químicas y agronómicas** de las cáscaras de huevo y los rechazos de brócoli como materias primas para la formulación de un abono orgánico, considerando estudios previos y evidencia científica disponible.
2. **Analizar la eficacia documentada del carbonato de calcio y los compuestos presentes en el brócoli** en la neutralización de la acidez del suelo y en la mejora de la disponibilidad de nutrientes, sintetizando hallazgos de investigaciones previas.
3. **Desarrollar un modelo preliminar de producción y abastecimiento,** incluyendo un análisis de mercado y estrategias para introducir el producto en el mercado ecuatoriano, estimaciones de disponibilidad de residuos en Quito, costos asociados, procesos de transformación y requerimientos de infraestructura para escalar el producto.

1. Fase de Empatía

1.1. Marco Teórico

El carbonato de calcio (CaCO_3) es uno de los compuestos inorgánicos más comunes en la naturaleza y suele encontrarse en formas cristalinas como la calcita y el aragonito.

Tradicionalmente, se ha obtenido de canteras de piedra caliza y mármol; sin embargo, en los últimos años han cobrado mayor relevancia en fuentes biogénicas -como las cáscaras de huevo, las conchas marinas y huesos- debido a que ofrecen un material más puro y con un menor impacto ambiental en su producción (Montenegro et al., 2024). Las aplicaciones del CaCO_3 biogénico son diversas: en el ámbito de la salud y la nutrición se utiliza como suplemento de calcio; en la agricultura, como correctivo de suelos; en la industria de materiales como un relleno sostenible; y en el medio ambiente, como un adsorbente capaz de reducir contaminantes (Escobar et al., 2018). De acuerdo con la FAO, el uso de fuentes biogénicas en la producción agrícola promueve la gestión sostenible del suelo al reducir la dependencia de insumos químicos y fomentar prácticas circulares de aprovechamiento. (Organics, 2022)

Las cáscaras de huevo, que contienen entre un 94% y un 97% de CaCO_3 , forman parte de uno de los residuos más abundantes de la industria alimentaria. Su aprovechamiento no solo evita su acumulación como desecho, sino que también ha permitido desarrollar prácticas en el desarrollo de suplementos de calcio, fertilizantes y diversos biomateriales (Montenegro et al., 2024). A diferencia del carbonato de calcio mineral, cuya extracción produce erosión, consumo energético y emisiones de CO_2 (Zambrano, 2021). Las fuentes biogénicas presentan un impacto ambiental significativamente menor y ofrecen un potencial de integración con la agricultura sostenible.

Asimismo, la matriz orgánica presente en las cáscaras de huevo permite una liberación gradual del calcio, lo que mejora la disponibilidad del nutriente y fomenta la actividad microbiana del suelo (Montenegro et al., 2024). Sobre esta base, el Ingeniero Agrónomo Francisco Viteri, especialista en suelos del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, señaló que: “El uso de fuentes biogénicas como la cáscara de huevo para obtener carbonato de calcio representa una alternativa viable en zonas rurales y periurbanas. Sustituye materiales minerales costosos y de difícil acceso con un producto de bajo impacto ambiental y alta disponibilidad local, generando además un vínculo positivo entre el sector agroindustrial y la agricultura sostenible” (Viteri, 2025). En cuanto a su procesamiento, existen dos métodos principales: el directo, que consiste en lavar, secar y moler la materia prima para obtener polvos utilizables en alimentos o fertilizantes; y el indirecto, basado en disolución ácida y posterior precipitación controlada, que permite obtener partículas de mayor calidad destinadas a industrias como el plástico, pinturas y papel (Montenegro et al., 2024).

Se estima que el 40% del consumo mundial corresponde a la industria papelera y de pulpa, seguida por el sector de plásticos con un 25% y el de pintura y recubrimientos con un 20%. Los sectores agrícolas, farmacéutico, y cosmético concentran el 15% restante. Estos últimos, tienen porcentajes menores, pero destacan por el alto valor agregado de sus aplicaciones (Calcium Carbonate Market Analysis, 2025). El origen y proceso de cada compuesto cambia según cada sector. En papel, plásticos y pinturas, se emplea tanto el carbonato molido como el precipitado químico; en el ámbito agrícola, predomina la cal agrícola y en algunos casos, residuos biogénicos como las cáscaras de huevo; en la industria farmacéutica se requieren grados de pureza elevados; mientras que en cosmética se unen fuentes minerales como biológicas. De igual manera los precios también se diferencian por sectores de gran escala, como el papel,

plásticos y pintura, pagan entre \$50 y \$150 por tonelada; en el agrícola se manejan valores entre \$30 y \$80 por tonelada; mientras que en la farmacéutica y nutracéutica puede llegar a precios de \$2 y \$5 por kilogramo. En el caso de la cosmética, los precios alcanzan entre \$500 y \$1.500 por tonelada, mostrando la diversidad de márgenes según el mercado, en contraste, las fuentes biogénicas locales pueden suplir necesidades agrícolas con menores costos y un valor ambiental agregado (Montenegro et al., 2024).

En el caso de Ecuador, la producción y consumo de huevo constituye una referencia clave para estimar la magnitud de los residuos de cáscara disponibles. Durante el año 2024, el consumo promedio alcanzó 207 huevos por persona al año, lo que se traduce en una producción nacional de aproximadamente 3.815 millones de unidades (Comercio, 2024). Este volumen genera miles de toneladas de cáscaras, que, a falta de mecanismos de aprovechamiento formal, suelen terminar en basureros o rellenos sanitarios, incrementando la presión ambiental (CONAVE, 2024). Para el desarrollo de esta investigación, se llevaron a cabo visitas de campo en panaderías, restaurantes y plantas de producción de alimentos ubicadas en la ciudad de Quito. Estas visitas permitieron observar directamente los procesos de manipulación y disposición de residuos orgánicos, en especial las cáscaras de huevo, con el propósito de evaluar su disponibilidad real como materia prima. El levantamiento de datos abarcó un total de 14 establecimientos. Los resultados muestran que los proveedores generan aproximadamente 2.310 kilogramos de cáscaras de huevo al mes, lo que permite proyectar una producción de 110 sacos de 25kg de producto final mensuales, equivalente a unas 2.75 toneladas de material aprovechable. Este cálculo considera que cada presentación final necesita 20kg de cáscara de huevo para cumplir con la fórmula del 80%. Estos datos nos muestran que, incluso con una cantidad de proveedores relativamente pequeña, es posible obtener volúmenes suficientes de

materia prima para sostener una producción inicial. Esto valida la viabilidad del proyecto y demuestra el potencial de escalamiento a medida que se incorporen nuevos establecimientos recolectores.

Tras revisar varios sectores que demandan CaCO_3 , se concluye que el agrícola representa la alternativa más viable para este proyecto. A diferencia de la industria farmacéutica o nutracéutica, que exige elevados niveles de pureza y costosos procesos de certificación, la agricultura emplea el carbonato de calcio para corregir suelos ácidos y como suplemento mineral en pasto. En este contexto, lo esencial no es la pureza extrema, sino disponer de un producto funcional, asequible y accesible para los agricultores (Luna et al., 2025). A nivel agronómico, el uso de CaCO_3 mejora la estructura del suelo, incrementa la retención de humedad y neutraliza la acidez, favoreciendo la disponibilidad de nutrientes esenciales (Organics, 2022).

En esta investigación, la enmienda agrícola orgánica desarrollada combina cáscara de huevo (80%), cáscara de cacao (10%) y melaza de caña (10%), una formulación que no solo reduce residuos agroindustriales, sino que además aporta nutrientes adicionales al suelo. La cáscara de cacao, subproducto del procesamiento de cacao fino, contiene potasio, fósforo, nitrógeno y lignina, componentes que fortalecen la fertilidad y mejoran la capacidad de intercambio positivo (Ronny, 2021).

La Dra. Verónica Cedeño, investigadora del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), refuerza esta visión al señalar que: “La incorporación de subproductos orgánicos como la cáscara de cacao en formulaciones fertilizantes permite recuperar suelos degradados y mejorar la retención de nutrientes, aportando un valor agronómico significativo sin recurrir a químicos sintéticos” (Cedeño, 2025). El aprovechamiento de la cáscara de cacao, por tanto, añade un componente nutritivo y ambientalmente responsable, consolidando la propuesta

dentro de un marco de economía circular. Por su parte, la melaza de caña utilizada como aglutinante natural es un subproducto de la industria azucarera que aporta azúcares reductores y minerales como calcio, magnesio y potasio, además de carbono orgánico que estimula la actividad microbiana (Systems, 2024).

1.2. Buyer Persona

Luis es un agricultor de la sierra ecuatoriana, de entre 44 y 55 años, que ha dedicado la mayoría de su vida al trabajo en el campo. Los ingresos familiares dependen directamente de lo que genera la producción agrícola. Reside en zonas andinas como Cotopaxi o Chimborazo, donde los cultivos de producción son la papa, el maíz y diversas hortalizas. Se desempeña como agricultor independiente y proveedor para mercados locales. Sus ingresos mensuales alcanzan entre \$400 y \$800, con más de 15 años de experiencia, Luis posee un conocimiento amplio, aunque enfrenta complicaciones que necesitan de soluciones innovadoras para mantener la productividad de sus tierras.

En cuanto a sus hábitos de consumo, suele adquirir los insumos necesarios en agro tiendas locales, tomando en cuenta precios accesibles y marcas que le transmitan confianza, Su estilo de vida está influenciado por ferias agrícolas y asociaciones comunitarias, lo que le permite compartir experiencias con otros agricultores. En el mundo digital, si alcance es limitado; sin embargo, utiliza WhatsApp y Facebook como medios principales para coordinar compras y ventas.

Luis enfrenta varios problemas que afectan sus labores: sus suelos presentan altos niveles de acidez que reducen la productividad y, además, el costo elevado de los fertilizantes químicos

representa una carga importante para su economía. Sus principales aspiraciones se centran en mantener la fertilidad del suelo, incrementar los rendimientos de las cosechas y reducir los costos sin comprometer la calidad de producción. Por ello, busca productos accesibles, eficaces en el campo y preferentemente locales y sostenibles. Entre sus frustraciones más comunes están la dependencia de insumos químicos caros y poco sostenibles. En su proceso de decisión, confía en gran medida en experiencia de sus pares, consulta por el precio, la recomendación de vecinos agricultores y disponibilidad de los productos en agro tiendas. Sin embargo, es posible que exprese dudas respecto a la efectividad de un carbonato de calcio proveniente de las cáscaras de huevo frente a los productos industriales ya existentes en el mercado.

1.3. Mapa de Empatía

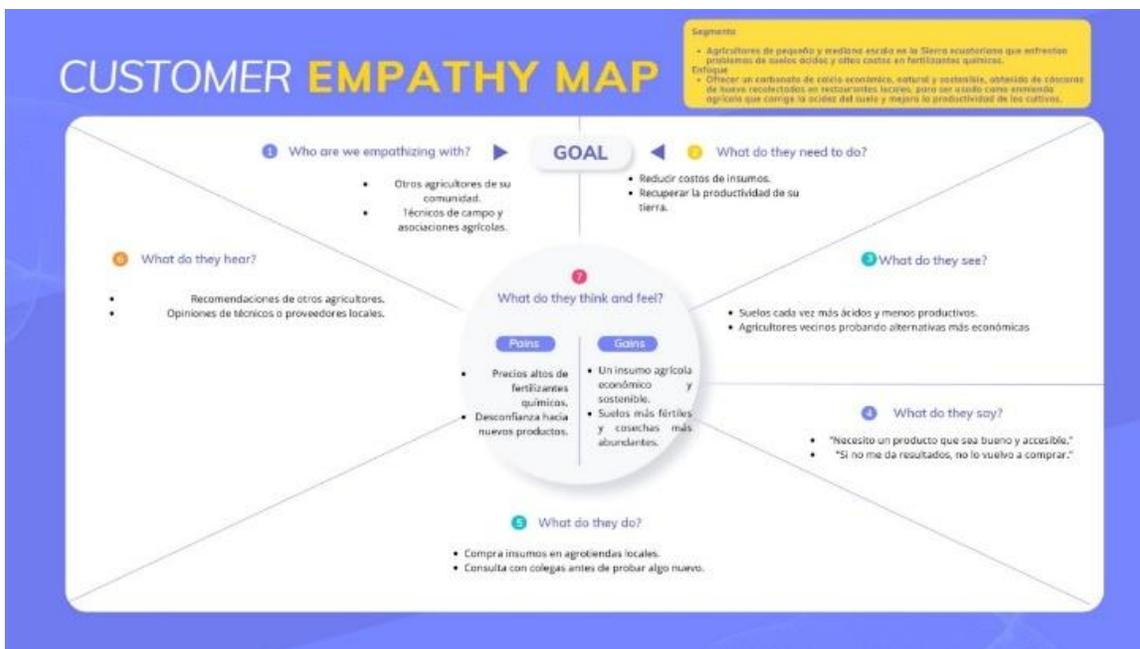


Ilustración 1. Mapa de empatía

2. Identificación de la Problemática

2.1. 5 por que's

Para profundizar en la definición del problema, se aplicó la metodología de los “5 Por Qué's” con el fin de identificar las causas raíz que explican la falta de aprovechamiento del carbonato de calcio de las cáscaras de huevo en la agricultura:

1. ¿Por qué aprovechar el carbonato de calcio de las cáscaras de huevo en suelos agrícolas?

Porque actualmente se desperdician grandes volúmenes de cáscaras sin un uso productivo.

2. ¿Por qué se desperdician las cáscaras de huevo?

Porque no existen sistemas organizados de recolección y transformación de este residuo en insumo agrícola.

3. ¿Por qué no existen sistemas de aprovechamiento?

Porque falta innovación, inversión y difusión de modelos de economía circular que conecten la industria alimentaria con el sector agrícola.

4. ¿Por qué la agricultura necesita este insumo?

Porque muchos suelos en la Sierra son ácidos y requieren correctores como el carbonato de calcio para mantener su fertilidad y productividad.

5. ¿Por qué es valioso que la solución se base en cáscaras de huevo?

Porque son abundantes, locales, baratas y permiten crear un producto funcional, sostenible y parte de la economía circular.

2.2. Selección de Problema con Mayor Oportunidad de Negocio

En el contexto ecuatoriano, la generación masiva de cáscaras de huevo representa un desafío ambiental y productivo. Este residuo, que contiene entre un 94% y un 97% de carbonato de calcio (CaCO_3), suele desecharse en rellenos sanitarios o basureros, generando presión sobre los sistemas de gestión de residuos y desaprovechando su potencial agrícola (Saucedo et al., 2024). Paralelamente, la agricultura nacional depende en gran medida de fertilizantes químicos importados, los cuales son costosos y generan impactos ambientales negativos (INEC, 2016).

A pesar de que el carbonato de calcio es un insumo clave para la corrección de suelos ácidos y la mejora de la fertilidad, en Ecuador aún no existen sistemas organizados para la recolección y transformación de cáscaras de huevo en productos agrícolas (Zambrano, 2021). Este vacío se ve reforzado por la falta de innovación en modelos de economía circular, la escasez de alternativas sostenibles para el manejo de suelos y la desconfianza hacia productos innovadores. Como resultado, se pierde un recurso valioso que podría contribuir a una agricultura más sostenible, económica y alineada con la economía circular.

2.3. Propuesta Inicial

La problemática identificada se origina en dos actores principales. Por un lado, están los agricultores y agroexportadores de la Sierra, quienes enfrentan la necesidad de corregir la acidez y aportar nutrientes de sus suelos para mantener la productividad, pero encuentran limitaciones debido al alto costo de los insumos tradicionales. Por otro, se encuentran los productores de alimentos, que generan grandes cantidades de residuos orgánicos que, en la mayoría de los casos, son desechados sin recibir un tratamiento adecuado, lo que incrementa la presión ambiental.

Ante esta situación, la propuesta de solución plantea el desarrollo de una enmienda agrícola orgánica elaborada a partir de cáscaras de huevo y cacao. Este producto ofrece una doble contribución: por un lado, corrige la acidez y mejora la calidad de los suelos agrícolas, y por otro, aprovecha un residuo subutilizado que de otra manera terminaría en rellenos sanitarios. Su implementación se enmarca en un modelo de economía circular, donde un desecho se transforma en un insumo de valor, generando impactos positivos tanto en el ámbito social como en el ambiental.

3. Ideación

3.1. Propuesta de valor específica

La propuesta de valor del proyecto se fundamenta en ofrecer un corrector granular orgánico elaborado a partir de cáscaras de huevo y cacao, formulado para neutralizar la acidez del suelo (regulación del pH) y mejorar la fertilidad agrícola de manera sostenible. Este producto responde directamente a las necesidades detectadas en el mercado ecuatoriano, especialmente en la Sierra, donde existe una problemática persistente de suelos ácidos ocasionada por el uso

prolongado de fertilizantes químicos importados. Esta condición afecta negativamente la productividad agrícola y genera una demanda constante de soluciones que corrijan el pH del suelo (García & López, 2023). El valor diferencial del producto radica en su composición 100% natural, combinando 80% de carbonato de calcio (CaCO_3) proveniente de la cáscara de huevo, 10% de residuo de cacao y 10% de aglutinante natural, lo cual lo convierte en una alternativa ecológica, eficiente y económica frente a los correctores industriales convencionales. A diferencia de la cal agrícola, que solo actúa como neutralizante, este producto no solo regula el pH, sino que además aporta calcio y materia orgánica, contribuyendo al enriquecimiento del suelo y al aumento de la productividad de los cultivos.

Asimismo, la propuesta integra un enfoque de economía circular, ya que reutiliza residuos agroindustriales abundantes en el país, reduciendo la presión sobre los vertederos y mitigando la contaminación asociada al desecho de cáscaras de huevo y cacao. Este proceso genera un valor ambiental adicional, al transformar residuos sin valor comercial en un insumo agrícola de alto impacto sostenible (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2024).

El producto está diseñado para ser fácil de aplicar, almacenar y transportar, con una presentación en sacos de 25 kilogramos, lo que permite su distribución eficiente a través de canales directos e indirectos. Entre los canales principales destacan las ventas directas a agroexportadores, la distribución en agro tiendas mediante consignación, y la participación en ferias agrícolas y alianzas con técnicos agrónomos. Esta estrategia comercial permite llegar tanto a clientes mayoristas como a agricultores medianos y pequeños, garantizando una cobertura regional amplia sin elevar los costos logísticos.

En cuanto al público objetivo, el proyecto se dirige a dos segmentos clave:

- Agroexportadores y cooperativas agrícolas, que buscan mejorar la calidad y sostenibilidad de sus cultivos, además de cumplir con estándares internacionales de certificación ambiental.
- Agricultores locales, interesados en productos más accesibles, orgánicos y que aporten nutrientes sin depender de químicos dañinos.

El análisis Lean Canvas evidencia que el producto posee un posicionamiento único en el mercado nacional, al combinar funcionalidad agronómica, sostenibilidad y economía circular. Su ventaja competitiva se refuerza por su bajo costo frente a alternativas importadas, su naturaleza ecológica sin químicos nocivos, y la posibilidad de integrarse en programas de certificación sostenible para exportación.

Finalmente, la implementación de asesoría técnica personalizada al cliente se convierte en un componente clave de la propuesta de valor, ya que contribuye a superar la desconfianza inicial hacia nuevos productos agrícolas, fortaleciendo la credibilidad de la marca y fomentando la recompra. La propuesta evidencia su valor al integrar soluciones para desafíos ambientales urgentes sin descuidar la rentabilidad agrícola. Esta capacidad de generar impacto simultáneo en lo social, económico y ecológico ratifica la pertinencia del proyecto dentro de las estrategias nacionales de sostenibilidad rural.

3.2. Modelo de monetización

Se identificó a los agroexportadores de Quito y la región Sierra como el cliente primario, dado que su actividad exige insumos alineados con certificaciones internacionales de sostenibilidad y alta productividad. El modelo de negocio abarca también a agricultores de mediana escala (clientes secundarios) atendidos a través de agro tiendas. Independientemente del canal de venta, el formato comercial es único: sacos de 25 kg.

La validación comercial del producto se sustenta en factores críticos para el comprador: el incremento tangible en el rendimiento de los cultivos y la garantía de cumplimiento normativo para certificaciones internacionales, un requisito indispensable para el sector exportador. Adicionalmente, la inclusión de asistencia técnica en campo eleva la percepción de valor al asegurar la correcta aplicación del insumo.

Respecto al posicionamiento, se ha definido una estrategia de precio superior a la cal agrícola tradicional. Esta prima se justifica por la naturaleza circular del producto y su aporte nutricional mejorado. El enfoque no es vender un comodito, sino proveer una herramienta de competitividad que alinea la producción con las tendencias de sostenibilidad exigidas por el mercado actual.

3.3 Prototipaje 1.0

La materialización del proyecto dio inicio con el desarrollo del Prototipo 1.0, una fase fundamental diseñada para someter a prueba la viabilidad integral de Biocal. Este producto, concebido como un granulado orgánico derivado de la valorización de cáscaras de huevo y residuos de cacao, tiene la función específica de neutralizar la acidez de los suelos y potenciar su fertilidad a largo plazo. El objetivo central de esta etapa fue realizar una validación exhaustiva

que abarcara no solo el diseño del empaque y la propuesta comercial, sino también la recepción por parte del usuario final, ponderando el equilibrio entre la estética del producto y su funcionalidad operativa durante las faenas de campo.

Para cubrir las necesidades diferenciadas del mercado, el prototipo se fabricó en dos formatos distintos. Por un lado, se presentó el saco de 25 kilogramos, una opción robusta pensada para satisfacer la demanda de volumen de los agroexportadores y agricultores medianos que realizan aplicaciones extensivas. Por otro lado, se introdujo la bolsa de 5 kilogramos, un formato versátil orientado al pequeño productor local, ideal también para la ejecución de pruebas piloto y demostraciones técnicas. En ambas presentaciones, se mantuvo una coherencia visual estricta con la filosofía sostenible de la marca, empleando materiales biodegradables y una gama cromática inspirada en la naturaleza. El empaque comunica de forma clara los atributos del producto: “Corrige la acidez del suelo y aporta nutrientes”, reforzando su carácter orgánico y sostenible. El proceso de prototipaje permitió definir elementos claves del producto, tales como la densidad y granulometría del compuesto, la resistencia del empaque durante el almacenamiento y transporte, y la legibilidad del etiquetado para distintos entornos de venta. Además, esta fase sirvió para identificar oportunidades de mejora antes de la producción a mayor escala, especialmente en relación con el sellado hermético del envase y la dosificación recomendada por cultivo.

De acuerdo con el enfoque planteado por Ulrich y Eppinger (2017), el prototipaje temprano constituye una herramienta esencial para reducir la incertidumbre del desarrollo de producto, permitiendo validar hipótesis de diseño, costos y aceptación del mercado antes de la inversión en procesos industriales definitivos. En este contexto, el Prototipo 1.0 de Biocal representa el primer paso hacia la validación de un producto sostenible, accesible y técnicamente viable, que busca

posicionarse en el mercado ecuatoriano como una alternativa ecológica frente a los correctores de suelo convencionales.



Ilustración 2. Prototipo 1.0 de Biocal

3.4 Análisis del Macroentorno

La aplicación de la metodología PESTEL resulta fundamental para desglosar las dinámicas externas que condicionan tanto el desarrollo operativo como la sostenibilidad a largo plazo del proyecto Biocal. Este análisis examina las variables políticas, económicas, sociales, tecnológicas, ecológicas y legales que inciden en su ejecución dentro del territorio ecuatoriano, constituyendo un diagnóstico indispensable para detectar oportunidades estratégicas y mitigar riesgos que podrían afectar la viabilidad del modelo de negocio.

En la actualidad, el escenario político del Ecuador muestra una clara inclinación hacia el fomento de normativas que favorecen la gestión ambiental y el aprovechamiento de recursos. Instituciones como el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) lideran iniciativas clave como la Estrategia Nacional de Economía Circular Inclusiva 2021–2030, diseñada específicamente para incentivar la valorización de residuos y la adopción de modelos

de producción sostenible (MAATE, 2024). De igual manera, el soporte financiero para estas iniciativas se ha fortalecido mediante líneas de crédito verde ofrecidas por la banca pública, incluyendo a BanEcuador y el Banco de Desarrollo, quienes priorizan el apoyo a la innovación ecológica (BanEcuador, 2023).

En el ámbito territorial, el Municipio de Quito ejecuta acciones concretas a través de la EMGIRS-EP (2023), promoviendo la reducción de desechos orgánicos bajo su Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos, lo cual abre puertas a colaboraciones con propuestas de reciclaje agroindustrial como la de Biocal. No obstante, es necesario considerar que la volatilidad política a escala nacional representa un factor de riesgo que podría interrumpir la continuidad de estos programas estatales (MAATE, 2024). Finalmente, desde la perspectiva regulatoria, organismos como ARCSA y Agrocalidad juegan un rol garante en la inocuidad de productos derivados, estableciendo el marco legal necesario para el funcionamiento seguro de emprendimientos sostenibles (Procuraduría UTPL, 2023).

El sector agrícola representa alrededor del 9 % del PIB nacional, consolidándose como uno de los pilares de la economía ecuatoriana (Banco Central del Ecuador, 2024). El aumento del precio de los fertilizantes importados ha generado una oportunidad significativa para productos orgánicos y locales (FAO, 2023), posicionando a Biocal como una alternativa competitiva de bajo costo, gracias a su modelo basado en la recolección de residuos agroindustriales. Además, existen fondos de innovación verde como Impulso Verde Ecuador, que promueven el desarrollo de iniciativas sostenibles (MAATE & MIPRO, 2024). No obstante, el poder adquisitivo limitado de los pequeños agricultores puede ralentizar la adopción inicial del producto, por lo que se recomienda una estrategia gradual de introducción con incentivos comerciales.

La sociedad ecuatoriana evidencia un creciente interés por el consumo responsable y la sostenibilidad ambiental. El MAATE (2024) destaca el aumento de proyectos de reciclaje inclusivo y economía circular, mientras que restaurantes y panaderías buscan integrarse a modelos sostenibles para mejorar su imagen ambiental (EMGIRS-EP, 2023).

De igual manera, los jóvenes agricultores muestran mayor apertura hacia prácticas sostenibles y orgánicas (FAO, 2023), lo que refuerza la aceptación de Biocal en el mediano plazo. Sin embargo, aún persiste cierta resistencia cultural frente al uso de correctores de suelo no convencionales, lo que subraya la importancia de la asesoría técnica personalizada como parte de la estrategia de posicionamiento.

Además, el proyecto genera un impacto social positivo al vincular el ámbito urbano (proveedores de residuos como restaurantes y panaderías) con el rural (productores agrícolas), fortaleciendo la cooperación entre sectores.

En el país existen tecnologías locales accesibles para la molienda, secado y granulación de residuos orgánicos, las cuales pueden implementarse en la producción del granulado (ESPOL, 2023). También se proyecta la posibilidad de desarrollar una plataforma digital de gestión y trazabilidad, que registre proveedores, coordine recolecciones y supervise la distribución del producto (MAATE & MIPRO, 2024).

Pese a ello, algunas zonas rurales aún presentan baja conectividad digital, lo que podría limitar temporalmente la comunicación con los proveedores (CNT, 2024). La automatización parcial de los procesos de molienda y envasado se plantea como una oportunidad para mejorar la eficiencia y garantizar la trazabilidad del producto.

El componente ambiental constituye uno de los pilares del proyecto. Biocal se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 12 y ODS 13) de la ONU (2023), promoviendo una

producción responsable y acción por el clima. En Quito, más del 50 % de los residuos sólidos son orgánicos, por lo que la reutilización de cáscaras de huevo y cacao contribuye directamente a su reducción (EMGIRS-EP, 2023).

El proyecto disminuye la huella de carbono frente al uso de cal agrícola tradicional (MAATE, 2024), fomenta la restauración del suelo y la sostenibilidad agrícola (FAO, 2023). No obstante, requiere un manejo responsable del agua utilizada en el proceso de lavado y del tratamiento de residuos secundarios para mantener su enfoque ecológico.

El marco jurídico ecuatoriano actual favorece la creación de emprendimientos sostenibles. La Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva (2023) incentiva la valorización de residuos como materia prima (Procuraduría UTPL, 2023), mientras que Agrocalidad regula la producción y comercialización de enmiendas orgánicas.

El producto puede registrarse formalmente como una “enmienda agrícola orgánica”, cumpliendo los requerimientos técnicos y microbiológicos exigidos por ARCSA, que supervisa la inocuidad en productos derivados de residuos. Además, el Servicio de Rentas Internas (SRI) contempla incentivos tributarios verdes para empresas con impacto ambiental positivo (SRI, 2024), lo que constituye una oportunidad de fortalecimiento financiero para Biocal.

3.5 Análisis del Microentorno – 5 Fuerzas de Porter

El análisis de las Cinco Fuerzas de Porter permite evaluar el nivel de competencia y los factores que influyen en la estructura del sector donde se desarrolla el proyecto Biocal, identificando los elementos clave que determinan su rentabilidad, sostenibilidad y capacidad de diferenciación dentro del mercado agrícola ecuatoriano. En este contexto, Biocal opera en un

entorno con baja competencia directa y una alta oportunidad de diferenciación sostenible, donde las principales amenazas provienen de los productos sustitutos y de la sensibilidad al precio del segmento agrícola. A pesar de los retos mencionados, la estrategia del proyecto logra mitigar los riesgos al centrarse en tres pilares: el alto valor ambiental, la garantía de trazabilidad y el respaldo institucional.

Al analizar las barreras de entrada, estas se perfilan como moderadas desde una perspectiva técnica, dado que la infraestructura requerida se basa en maquinaria de procesamiento estándar y la materia prima orgánica es abundante, factores que teóricamente facilitarían el ingreso de nuevos competidores al sector. No obstante, Biocal posee una ventaja competitiva distintiva: muy pocas iniciativas en el ecosistema nacional han logrado sistematizar el procesamiento mixto de residuos de huevo y cacao. Adicionalmente, la rigurosidad de las certificaciones ambientales y sanitarias actúa como un 'filtro' de mercado efectivo, restringiendo la proliferación de competencia informal. Así, la innovación aplicada a la trazabilidad no es solo un requisito, sino una herramienta estratégica clave para blindar la posición del proyecto en el mercado.

Por el lado de la cadena de suministro, la relación con los proveedores clave —como restaurantes, panaderías y plantas agroindustriales— presenta una ventaja financiera inicial, ya que la entrega de cáscaras y residuos de cacao se realiza sin costo directo, minimizando la inversión en insumos. Sin embargo, el desafío se traslada a la gestión de relaciones: es imperativo estructurar acuerdos de valor compartido o incentivos no monetarios que aseguren la fidelidad del proveedor a largo plazo. Aunque la disponibilidad de residuos en la urbe es alta, la complejidad reside en la logística inversa de recolección, variable que puede inflar los costos operativos si no se optimiza. Por ello, la formalización de convenios sostenibles con aliados

estratégicos es el mecanismo idóneo para garantizar un flujo constante de materia prima y robustecer la cadena de valor.

Finalmente, el poder de negociación de los clientes (agricultores y agroexportadores) se sitúa en un rango medio-alto. Esto responde a una sensibilidad al precio derivada de la comparación directa con la cal agrícola convencional, que suele ser más económica. Pese a esta barrera inicial, la dinámica cambia favorablemente cuando se evidencia la eficacia agronómica y el impacto sostenible del producto; en ese punto, la percepción de valor supera al costo, incrementando notablemente la disposición de pago del usuario final. La alta sensibilidad al precio en el sector agrícola constituye un reto, pero la oferta de asesoría técnica gratuita y el respaldo en certificaciones de sostenibilidad fortalecen la fidelización y reducen la dependencia del precio como único factor de decisión.

La cal agrícola tradicional y las enmiendas químicas representan los principales sustitutos, debido a su bajo costo y amplia disponibilidad. No obstante, estos productos presentan un mayor impacto ambiental y un efecto limitado en la fertilidad a largo plazo.

Las tendencias globales hacia la agricultura sostenible y regenerativa están modificando las preferencias del mercado, favoreciendo opciones más ecológicas como Biocal. Además, el uso combinado de cáscara de huevo y cacao aporta un valor agregado diferencial al ofrecer nutrientes adicionales y reducir la huella de carbono.

La competencia directa en el segmento de correctores orgánicos es aún limitada en Ecuador, predominando empresas que se enfocan en fertilizantes químicos importados. Esto representa una ventaja inicial para Biocal, cuyo enfoque en economía circular, trazabilidad y sostenibilidad ambiental le brinda un posicionamiento distintivo.

Si bien es posible la entrada de nuevos actores verdes en los próximos años, el apoyo

institucional y académico recibido, junto con el compromiso de certificación ambiental, fortalecen la posición competitiva del proyecto frente a alternativas convencionales.

3.6 Análisis del Matriz FODA Cruzado

El análisis FODA cruzado permite evaluar los factores internos —fortalezas y debilidades— y los factores externos —oportunidades y amenazas— que influyen en el desarrollo del proyecto Biocal, con el objetivo de definir estrategias que impulsen su posicionamiento dentro del mercado agrícola nacional. Esta herramienta facilita la toma de decisiones estratégicas al evidenciar cómo aprovechar las condiciones favorables del entorno y mitigar los riesgos asociados a las debilidades internas.

Dentro de las fortalezas más relevantes, Biocal presenta ventajas competitivas derivadas de la alta disponibilidad de materia prima, proveniente tanto del rechazo de cáscaras de huevo generadas por incubadoras como del descarte de brócoli suministrado por agricultores que operan en zonas productoras. Este modelo se alinea con principios de economía circular y sostenibilidad ambiental, convirtiendo residuos agroindustriales en un insumo de valor agregado. Además, Biocal ofrece un producto orgánico, innovador y acompañado de asesoría técnica personalizada, lo que fortalece la relación con los agricultores y permite consolidar una propuesta diferenciadora en el sector. La posibilidad de establecer alianzas estratégicas con proveedores y comunidades rurales, junto con el potencial de generar un impacto social y ambiental positivo, posiciona a Biocal como una solución integral dentro del agroecosistema ecuatoriano.

En cuanto a las debilidades, se identifican limitaciones como la ausencia de un análisis bioquímico certificado del producto final, una capacidad productiva inicial reducida y una logística de abastecimiento de materia prima que requiere optimización en esta etapa inicial. A ello se suma la falta de reconocimiento de marca por tratarse de un producto nuevo en el mercado y la ausencia de un registro técnico formal ante Agrocalidad, condicionantes que podrían ralentizar la comercialización y expansión en la región Sierra.

El entorno externo ofrece oportunidades significativas para el crecimiento del proyecto. Entre estas se destacan el incremento de los precios de fertilizantes químicos importados, las políticas públicas que impulsan la economía circular, y la creciente preferencia por productos orgánicos y sostenibles dentro del sector agrícola. Adicionalmente, la disponibilidad de fondos verdes y líneas de financiamiento orientadas a iniciativas sostenibles facilita la posibilidad de invertir en infraestructura productiva. La expansión del mercado agrícola orgánico en la región andina también constituye un nicho atractivo para posicionar a Biocal como una alternativa diferenciada.

No obstante, el proyecto enfrenta amenazas relevantes, entre ellas la competencia con productos convencionales de menor costo, la alta sensibilidad al precio por parte de los agricultores, la inestabilidad política y los cambios normativos que podrían aumentar los costos regulatorios. Asimismo, la falta de educación ambiental en zonas rurales podría limitar la adopción de alternativas sostenibles como Biocal.

En este contexto, la estrategia FO propone aprovechar la disponibilidad de materia prima y el modelo de economía circular para acceder a fondos verdes que permitan escalar la capacidad productiva en un 30% y fortalecer el posicionamiento nacional. La estrategia DO se orienta al uso de créditos sostenibles para obtener el registro técnico, optimizar procesos internos y

consolidar la base operativa que sustente la expansión comercial. Por otro lado, la estrategia FA busca capitalizar la innovación del producto y su impacto social para educar y capacitar a los agricultores, reduciendo así la influencia de productos convencionales y promoviendo una adopción del 30% en el mercado local mediante programas demostrativos y asesoría técnica. Finalmente, la estrategia DA plantea ejecutar análisis bioquímicos certificados con respaldo científico para cumplir con estándares sanitarios y regulatorios, fortaleciendo la calidad técnica del producto y elevando su credibilidad ante el mercado agrícola sostenible.

4. Investigación de Mercado

4.1 Introducción

La agricultura ecuatoriana enfrenta actualmente un doble desafío: mantener la productividad de los suelos y reducir los impactos ambientales derivados del uso excesivo de fertilizantes químicos. En regiones de la Sierra, donde predomina la producción de papa, maíz y hortalizas, los suelos tienden a presentar altos niveles de acidez, lo que afecta directamente la absorción de nutrientes y el rendimiento de los cultivos (INEC, 2016). A su vez, miles de toneladas de residuos orgánicos provenientes de la industria alimentaria —como las cáscaras de huevo— son desechadas cada mes, sin recibir aprovechamiento alguno (Montenegro et al., 2024).

Ante este contexto, el presente estudio se enfoca en analizar la viabilidad, factibilidad y deseabilidad del producto Biocal, una enmienda agrícola orgánica elaborada a partir de cáscaras de huevo y cacao, diseñada para corregir la acidez del suelo y aportar nutrientes esenciales. Esta

propuesta se enmarca en los principios de la economía circular, que promueve la transformación de residuos en insumos productivos y sostenibles (Otero, 2022).

El propósito central de esta investigación es determinar si Biocal es técnicamente eficiente, económicamente viable y comercialmente deseable dentro del sector agrícola de la Sierra ecuatoriana. Para ello, se aplicó una metodología mixta que combina encuestas a agricultores y agroexportadores, entrevistas con expertos en agronomía y una validación científica basada en literatura técnica reciente.

4.2 Objetivos de la investigación

Objetivo general: Analizar la aceptación, necesidades y comportamiento de compra de los agricultores y agroexportadores de la Sierra ecuatoriana respecto a la enmienda agrícola orgánica Biocal, con el fin de evaluar su deseabilidad, factibilidad y viabilidad comercial en el mercado nacional.

Objetivos específicos

- Identificar las principales necesidades, problemas del suelo y prácticas agrícolas actuales de los agricultores y agroexportadores de la Sierra
- Analizar la percepción ambiental y los factores que influyen en la confianza hacia productos agrícolas sostenibles, especialmente aquellos elaborados a partir de residuos orgánicos.

- Evaluar la disposición e intención de compra, la presentación preferida y el rango de precio aceptable de Biocal, como base para definir su viabilidad y estrategia comercial.

4.3 Metodología

4.3.1 Enfoque de la investigación

La investigación de mercado se realizó bajo un enfoque mixto, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas, con el objetivo de analizar la deseabilidad, factibilidad y viabilidad del producto Biocal, una enmienda agrícola orgánica elaborada a partir de cáscara de huevo y cacao. De acuerdo con Sampieri y Mendoza (2023), el enfoque mixto permite integrar valores numéricos y narrativos para obtener una visión más detallada de la situación investigada. El enfoque cuantitativo permitió medir la disposición de compra, hábitos y percepciones de los agricultores y agroexportadores de la Sierra ecuatoriana, mientras que el enfoque cualitativo, mediante entrevistas a expertos y observaciones directas, facilitó comprender motivaciones, necesidades y barreras de adopción. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), los estudios de mercado de enfoque mixto son útiles cuando se busca “comprender fenómenos complejos desde la perspectiva del consumidor y al mismo tiempo obtener datos numéricos que respalden decisiones estratégicas”.

4.3.2 Población y muestra

Población: Conformada por agricultores y agroexportadores de la Sierra ecuatoriana, específicamente en provincias con fuerte actividad agrícola como Pichincha y Cotopaxi. Estos

grupos representan el mercado potencial directo del producto, ya que enfrentan problemas de acidez del suelo y degradación de la fertilidad (FAO, 2021).

Metodología utilizada: Para determinar el tamaño de nuestro mercado objetivo para el proyecto, se realizó un análisis enfocado en agricultores y agroexportadores que utilizan insumo agrícolas como fertilizantes, abonos y enmiendas. El proceso metodológico se basó en:

Análisis de superficie agropecuaria

Según el ESPAC 2023, la superficie agropecuaria total del país es de 5,1 millones de hectáreas. Esta superficie se distribuye por cultivos permanentes como banano, cacao, palma, café y frutales con 1,37 millones de hectáreas. Por otra parte, en productos transitorios como maíz, arroz, papa y hortalizas es de 0,81 millones de hectáreas, y con respecto a pastos y ganadería ocupan 2,9 millones de hectáreas. Considerando la superficie agrícola útil para insumos es de 2,18 millones haciendo la demanda potencial para nuestro producto.

Unidades de producción agropecuaria (UPA)

La UPA son la unidad mínima de producción registrada en el país y representan a cada agricultor o núcleo familiar que toma decisiones de cultivo. Este dato constituye la base más realista para medir la demanda, ya que reflejan cuántos compradores potenciales existen.

El Ecuador cuenta con 198.918 UPA, distribuidas de acuerdo con su tamaño en hectáreas (ESPAC, 2024):

Tipo de productor	% de UPA	Tamaño promedio (ha)	Características relevantes para la demanda
Pequeño	50–60%	0,5–3 ha	Bajo volumen por compra, consumo constante pero reducido
Mediano	30–35%	5–20 ha	Mayor frecuencia y volumen moderado de uso
Grande	5–10%	50–100 ha	Compras recurrentes y a gran escala

Tabla 1. Consideración de las unidades de producción agropecuaria (UPA)

Consumo anual de fertilizantes en Ecuador

De acuerdo con el Trading economics realizado por el Banco Mundial, en el año 2023 el consumo de fertilizantes aproximadamente es de 102 kg por hectárea al año, equivalente a unos 10,2 g por metro cuadrado al año (Mundial, 2025) . La relevancia de este dato es representar el requerimiento nutricional mínimo anual para cultivos comerciales, asimismo es una medida estandarizada que nos permite evaluar la demanda real, en el mismo contexto nos permite transformar el uso agrícola en volúmenes exactos de compra de nuestro producto.

Consumo del producto por superficie

Para obtener el consumo por metro cuadrado mensual se realizó el cálculo considerando los siguientes valores:

- **Consumo anual:** 10,2 g/m²
- **Consumo mensual:** $10,2 \div 12 = 0,85$ g/m²

En el mismo sentido para obtener cuántos sacos utilizaría un agricultor o agroexportador dependiendo del tamaño de su terreno, se realizó los siguientes cálculos:

- **1 ha** = 10.000 m²
- **Consumo anual** = 102 kg/ha
- **Consumo mensual** = 8,5 kg/ha
- **Sacos de 25 kg por ha al año:** $102/25 = 4,08$ sacos
- **Sacos de 25 kg por ha al mes:** $4,08/12 = 0,34$ sacos

A continuación, considerando tanto el tamaño de UPA con el consumo estándar de nuestro producto. De la misma manera para la frecuencia estimada lo realizamos de acuerdo con lo recolectado de las entrevistas a expertos y a los datos mencionados anteriormente, obteniendo la siguiente tabla:

Tipo de productor	Hectáreas promedio	Consumo anual (kg)	Sacos (25 kg) por año	Sacos por mes	Frecuencia estimada
Pequeño	0,5 – 3 ha	110 – 660	4 – 26 sacos	0,3 – 2,2	Compra cada 2–4 meses
Mediano	5 – 20 ha	1.085 – 4.340	43 – 174 sacos	3,6 – 14,5	Compra cada 2 meses
Grande	50 – 100 ha	10.850 – 21.700	434 – 868 sacos	36 – 72	Compra mensual (contratos)

Tabla 2. Consumo estimado por tipo de productor

Finalmente, también se realizó el cálculo de cuánto usaría un agricultor y agroexportador por metro cuadrado, obteniendo el siguiente resultado:

- **Consumo por m²** = 10,2 g/ año

Considerando ahora nuestro producto que son sacos de 25 kg:

- **Cobertura por saco:** $25 \text{ kg} / 0,0102 \text{ kg} / \text{m}^2 = 2.451 \text{ m}^2$

Esto significa que cada saco de 25 kg de nuestro producto tiene una capacidad de cobertura de aproximadamente 2.451 m² por aplicación.

Por otro lado, para analizar nuestro mercado objetivo, fue fundamental estudiar cómo se encuentra distribuido el sector agrícola en el Ecuador. Identificamos que las regiones Costa y Sierra concentran la mayor parte de la producción agrícola, tanto de cultivos permanentes como transitorios, lo que a su vez representa una alta demanda de fertilizantes y enmiendas. En la región Costa, las provincias de Guayas, Los Ríos, Manabí y El Oro abarcan más del 70 % de la superficie cultivada del país. Esta área destaca por su producción de banano, cacao, palma, arroz y maíz, cultivos orientados tanto al mercado interno como a la exportación. En la región Sierra, las provincias de Tungurahua, Pichincha y Cotopaxi son las que concentran los cultivos transitorios, tales como hortalizas, papas y maíz, con una clara predominancia de pequeños y medianos agricultores. Finalmente, se observa que la Amazonía y otras zonas no delimitadas tienen una participación menor dentro del total nacional (Ipiates, 2023).

Con base en este análisis, se concluye que nuestro mercado potencial se encuentra principalmente en la Costa, con un enfoque hacia ventas a gran escala, mientras que en la Sierra se puede implementar una estrategia comercial más focalizada en pequeños y medianos productores agrícolas.

Región	Principales provincias	Cultivos permanentes (ha)	% permanentes	Cultivos transitorios (ha)
Sierra	Tungurahua, Pichincha, Cotopaxi	236.614	17,1 %	205.487
Costa	Guayas, Los Ríos, Manabí, El Oro	986.131	71,4 %	571.124
Amazonía	Sucumbíos, Napo, Orellana	157.660	11,5 %	35.662
Zonas no delimitadas	—	-	0 %	21
Total	—	1.380.405	100 %	812.294

Tabla 3. Superficie de cultivos permanentes y transitorios por región y principales provincias

Muestra: Se empleó una muestra no probabilística por conveniencia, seleccionando 30 participantes para la encuesta cuantitativa y una experta técnica para entrevistas cualitativas. La elección de una muestra exploratoria se basa en el contexto de investigación aplicada con recursos limitados (Malhotra, 2019). La delimitación así permite conocer con suficiente profundidad tendencias y percepciones, aunque no permita inferencias poblacionales amplias.

Justificación de la selección de la Muestra

Es fundamental establecer una distinción metodológica entre el universo total y la muestra de validación seleccionada. El dato de las 198.918 Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) se utiliza como base para la estimación de la demanda potencial macroeconómica y el dimensionamiento del mercado total disponible en el Ecuador. Por otro lado, la muestra de 30 participantes obedece a un muestreo no probabilístico por conveniencia con un enfoque exploratorio. El objetivo de esta muestra reducida no es inferir datos estadísticos

a nivel nacional, sino validar cualitativamente la deseabilidad del producto, entender los hábitos de consumo locales y medir la aceptación inicial de la propuesta de valor de Biocal en el segmento de mercado específico de Pichincha.

4.3.3 Instrumento de recolección de información y validación con el segmento de mercado

Encuesta estructurada (cuantitativa): Instrumento cuantitativo aplicado a través de Microsoft Forms. Este instrumento permitió recoger datos sobre prácticas agrícolas, percepción ambiental, disposición a compra, preferencias de presentación, precio aceptable y canales de compra. La encuesta estuvo compuesta por 16 preguntas, distribuidas en 4 secciones temáticas (Ver Anexo 1):

1. Datos generales (perfil del agricultor y tipo de cultivo).
2. Prácticas agrícolas y manejo del suelo (frecuencia de uso de insumos, problemas del suelo, tipos de productos aplicados).
3. Percepción ambiental (grado de conciencia ecológica y disposición al cambio).
4. Evaluación del producto Biocal (interés, preferencia de presentación, disposición de pago, canales de compra y confianza, sugerencias).

Según Kotler y Keller (2016), las encuestas estructuradas permiten obtener información directa del mercado objetivo, lo que “facilita medir actitudes, percepciones y comportamientos de compra frente a nuevas propuestas de valor”.

Entrevistas semiestructuradas a expertos (cualitativo): Guía de 4 – 5 preguntas dirigida a expertos agrícolas para explorar la factibilidad técnica del producto, barreras de adopción y condiciones del suelo en la Sierra ecuatoriana. (Ver Anexo 2)

Observación y recolección secundaria: Se realizó una revisión documental sobre datos nacionales, estudios técnicos, mercado, etc., con el fin de recolectar información relevante que aporte en el cumplimiento de los objetivos de la investigación

La combinación de estos instrumentos se sustenta en la literatura que señala que la metodología mixta “no es simplemente usar varios métodos, sino una combinación intencional de métodos cuantitativos y cualitativos para responder preguntas de investigación complejas” (Oregon State, 2024).

4.4 Análisis de resultados: Deseabilidad del producto

Para analizar la deseabilidad del producto Biocal se utilizó el método cuantitativo, se aplicó una encuesta estructurada dirigida a agricultores y agroexportadores. El objetivo fue analizar la deseabilidad y aceptación potencial de nuestra enmienda agrícola, al mismo tiempo de conocer de manera más clara las preferencias, hábitos de uso y tipos de fertilizantes, actualmente empleados en sus prácticas agrícolas.

4.4.1 Encuesta sobre uso de productos agrícolas y percepción de Biocal

A. Perfil del encuestado

- **Edad:** Predomina el grupo de menos de 30 años (40%) y 41–50 años (40%), reflejando una mezcla entre jóvenes agricultores y productores con experiencia.

- **Ubicación:** El 100% proviene de Pichincha, lo que indica un mercado inicial concentrado, ideal para un piloto o validación local.
- **Cultivos principales:** Predominan hortalizas (33%), tubérculos y granos andinos (27%), y maíz (20%); cultivos que suelen requerir corrección de acidez y buena fertilidad del suelo.

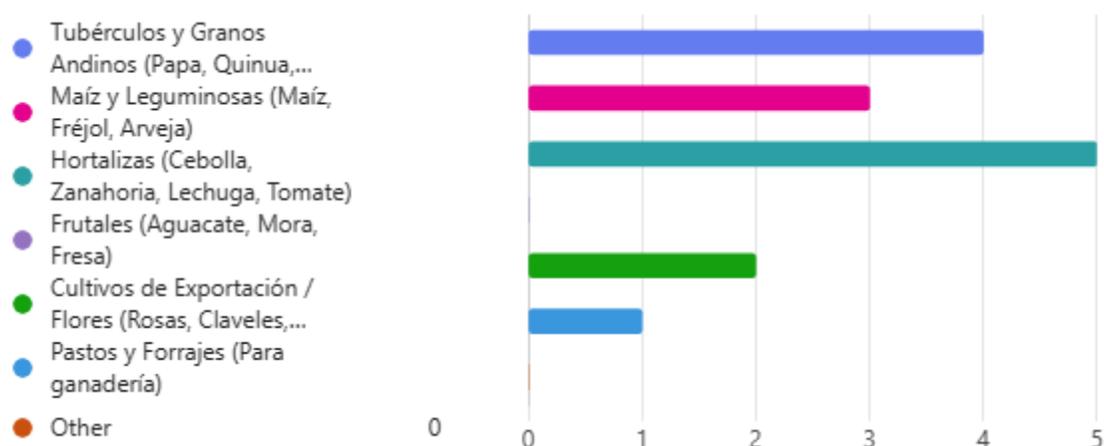


Ilustración 3. Distribución de cultivos principales

B. Prácticas de manejo del suelo

- La mayoría aplica productos cada 2–3 meses (53%), lo que muestra un uso frecuente de insumos agrícolas.
- Abonos orgánicos (80%) y fertilizantes químicos (53%) son los más utilizados, evidenciando una apertura hacia lo orgánico, pero sin dejar de lado lo químico.

- Los principales problemas del suelo son la acidez (67%) y la pérdida de nutrientes (53%), los cuales están directamente relacionados con el beneficio que ofrece Biocal.

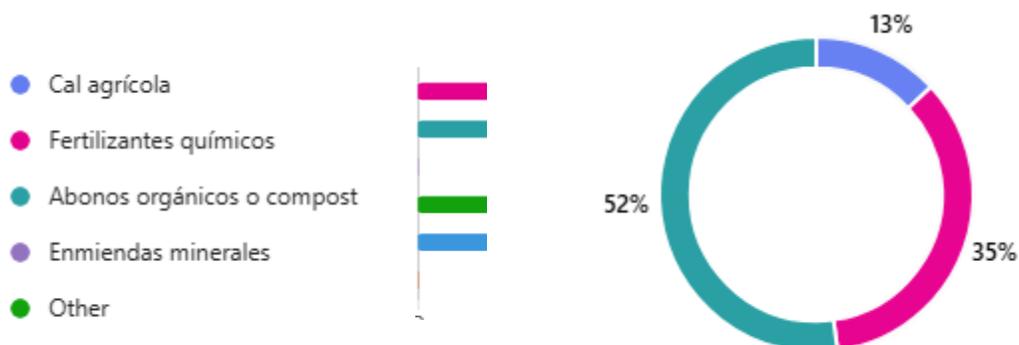


Ilustración 4. Tipos de insumos usados

C. Criterios de compra

- El criterio más valorado es la efectividad técnica (87%), seguido de la naturaleza orgánica (47%) y el precio (33%). Esto indica que Biocal debe priorizar evidencias de efectividad y resultados comprobados para generar confianza.
- El cuidado ambiental es considerado muy importante por el 73%, reflejando un fuerte alineamiento con la propuesta sostenible del producto.

- El 93% estaría dispuesto a sustituir productos químicos por orgánicos si los resultados son equivalentes, validando la deseabilidad de Biocal.

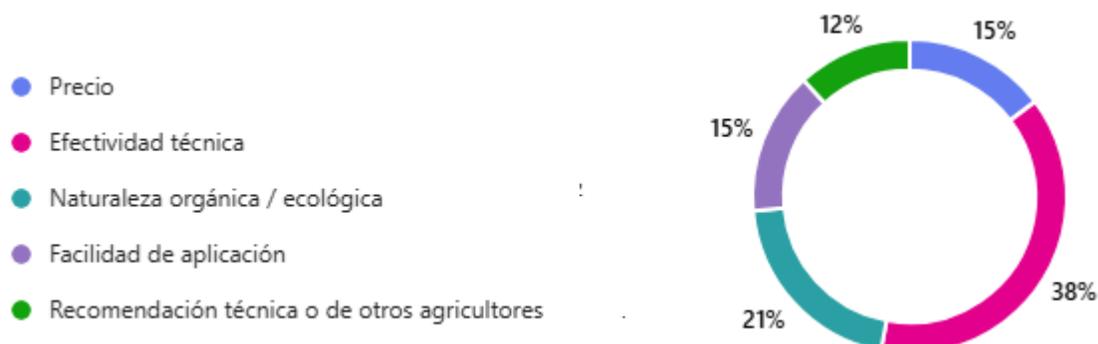


Ilustración 5. Aspectos más valorados al elegir productos agrícolas

D. Percepción y disposición de compra hacia Biocal

- Solo el 47% ha escuchado o usado productos elaborados con residuos orgánicos, lo que implica una oportunidad de educación y posicionamiento de marca.
- El nivel de intención de compra es alto: 60% respondió “probable” y 27% “muy probable”
- Total: 87% muestra interés real de compra.
- El rango de precio más aceptado es de \$15 a \$25 por saco de 25 kg (87%), lo que define un precio de equilibrio comercialmente viable.
- **Canales preferidos:** Agro servicios locales (80%) dominan claramente, seguidos de ferias agrícolas (13%). Esto refuerza la importancia de una distribución local y presencia física en puntos agrícolas.

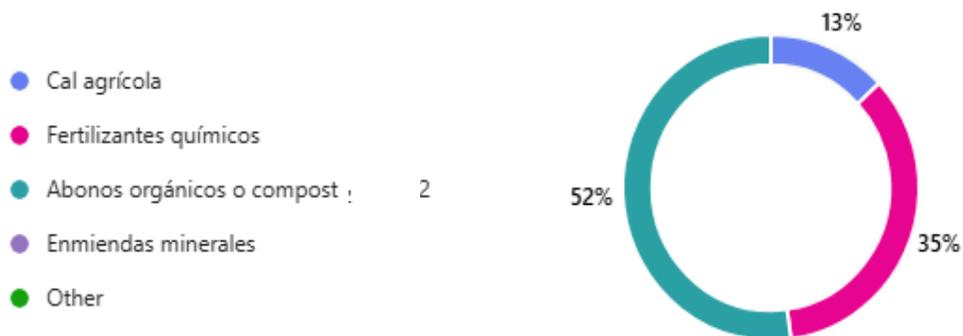


Ilustración 6. Nivel de intención de compra hacia Biocal

E. Factores de confianza e incentivo de compra

Los aspectos que más generarían confianza para adquirir Biocal son:

- Resultados comprobados en campo (87%)
- Certificación o respaldo técnico (60%)
- Recomendación de otros agricultores (40%)

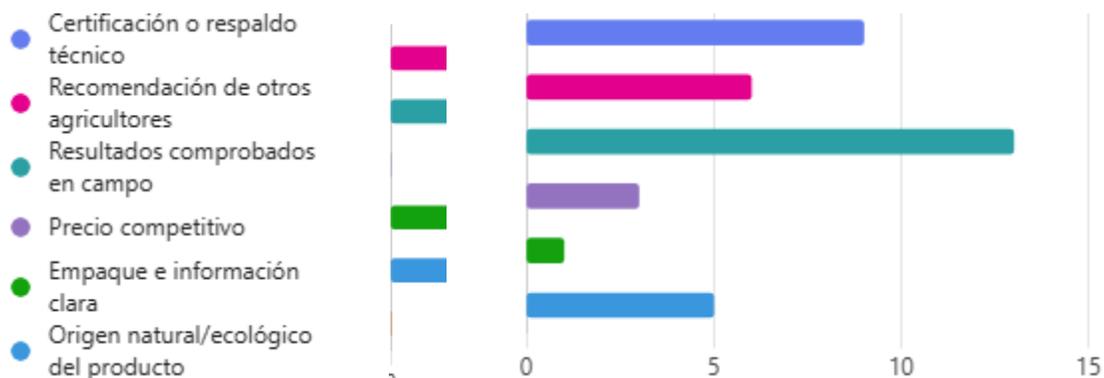


Ilustración 7. Factores que generan confianza para comprar Biocal

Estos hallazgos indican que la estrategia comercial y de comunicación debe enfocarse en pruebas demostrativas, avales técnicos y testimonios reales de productores.

- Palabras más repetidas: “*asesoría técnica*”, “*evaluación*”, “*buena asimilación*”, “*seguimiento*”. Esto confirma que los agricultores valoran el acompañamiento técnico y el seguimiento postventa, por lo que incluir este servicio complementario es una fortaleza clave.



Ilustración 8. Nube de términos clave

4.5 Análisis de resultados: Factibilidad técnica y validación experta

Por su parte, para el análisis de la factibilidad se utilizó la investigación cualitativa que busca profundizar la comprensión de la viabilidad técnica y funcional del producto. Según Sampiere y Mendoza (2023), destaca que este tipo de enfoque permite explorar fenómenos desde la perspectiva de los participantes, lo que conlleva a una comprensión profunda y contextual del objeto de estudio.

4.5.1 Entrevista semiestructurada

En esta etapa, se recurrió a una entrevista semiestructurada realizada a una experta en el área, la Ingeniera agrónoma Ana Pérez, quien cuenta con más de 10 años de experiencia dentro del sector, y que a su vez también se dedica a la elaboración de compost natural en Latacunga. La

entrevista se llevó a cabo vía a Zoom y tuvo una duración aproximada de 40 minutos. Esta entrevista nos permitió indagar sobre la factibilidad técnica del producto y sobre la eficacia de los ingredientes utilizados, destacando la cáscara de huevo y cáscara de cacao, como principales componentes orgánicos que aportan un alto valor nutricional y enmienda para el suelo.

4.5.1.1 Principales hallazgos

Dentro de los principales hallazgos que se encontraron dentro de la investigación fueron los siguientes:

Acceso a la materia prima: La experta indicó que actualmente el acceso a la materia prima para la elaboración de fertilizantes o enmiendas orgánicas se enfrenta a ciertas limitaciones. En este caso, la recolección directa desde hogares o restaurantes es poco viable debido a la falta de cultura de reciclaje y segmentación de residuos. Por ello, la opción que ella mencionó que es más factible es obtener cáscaras de huevo y subproductos directamente de avícolas, donde los residuos ya no son requeridos, representando una oportunidad significativa para la producción de fertilizantes orgánicos o de compost, entre otros.

Impacto de plaguicidas y la necesidad de fertilizantes orgánicos: En esta parte lo que se identificó es que existen suelos agrícolas que se encuentran desgradados o infértiles debido al exceso de plaguicidas y también de fertilizantes químicos. Asimismo, también como una producción de monocultivo, lo que esto limita como tal la productividad de los cultivos. Ante esta situación lo que la experta destacó es que los agricultores requieren alternativas que permitan recuperar la fertilidad del suelo, siendo los productos orgánicos la solución sostenible y efectiva. De igual manera destacó de que estos productos puedan brindar nutrientes y

fundamentalmente el poder brindar un acompañamiento a los agricultores sobre el uso correcto de estos productos y garantizando su efectividad y fomentando prácticas agroecológicas.

Eficiencia técnica del fertilizante: La experta destacó que la mezcla de cáscara de huevo con otros ingredientes naturales si cumplen con su eficiencia como un fertilizante orgánico, esto debido a estudio previo realizado por ella. Incluso mencionó que estudios han demostrado que la combinación aporta carbonato de calcio, fósforo y magnesio, elementos que contribuyen a la neutralización de suelos ácidos, también fortaleciendo raíces y también mejorando la productividad.

Limitaciones de inversión: Aquí también se pudo enfocar que la principal dificultad para la producción a gran escala radica en los altos costos de inversión, especialmente en maquinarias necesarias para elaborar ciertos productos orgánicos. Lo que representa un gran desafío para la industrialización de un fertilizante o una enmienda orgánica.

Demanda y las oportunidades del mercado: En este apartado se pudo destacar que existe una alta demanda de fertilizantes orgánicos, especialmente en el sector agroecológico y entre productores y agroexportadores que buscan reducir el uso de químicos. Sin embargo, destacó que el mercado cuenta con una amplia variedad de abonos tradicionales, lo que mantiene un mercado totalmente saturado, por lo que el producto mencionó que debe diferenciarse por sus beneficios específicos como el aporte de calcio natural y también la mejora de fertilidad de los suelos degradados. Incluso destacó que asociaciones agrícolas y programas de certificación como Global GAP también impulsan la adopción de productos orgánicos, lo que aumenta el potencial comercial de la propuesta.

4.5.2 Validación científica

Para evaluar la eficiencia de nuestra enmienda agrícola, se desarrollará una prueba de laboratorio en la que se mezclarán los compuestos del producto y se comparará su efectividad en condiciones controladas. No obstante, el tema de estudio aún toma tiempo.

Pero, por otra parte, podemos asegurar la eficiencia debido a que un estudio elaborado en Perú determinó la factibilidad del uso de la cáscara de huevo molida como enmienda inhalante y fuente de calcio biodisponible. En este estudio, un suelo ácido de la región de Ucayali fue enmendado con cáscara de huevo molida de dos tamaños de partícula, una fracción fina (53-106 mm) y sin tamizar (<1,7 mm).

Las fracciones se aplicaron en dosis equivalentes a 100%, 200% y 400% de acidez cambiante, incluyendo un tratamiento sin enmienda como control. El suelo fue incubado a temperatura ambiente durante 135 días, evaluándose el pH, la acidez cambiante y los contenidos de calcio cambiante (KCI 1N) y extractable (Mehlich-3) a los 45, 90 y 135 días de incubación.

4.5.2.1 Principales hallazgos

Dentro de los resultados principales obtenidos está que:

- La aplicación de cáscara de huevo molida incrementó significativamente el pH del suelo, alcanzando valores de 5,10, 6,81 y 7,54 para dosis equivalentes al 100%, 200% y 400% de la acidez cambiante, estabilizándole a los 135 días de incubación. La dosis de 200% fue la suficiente para alcanzar un pH cercano a la neutralidad.

- La acidez cambiante del suelo disminuyó significativamente, logrando una neutralización casi total desde los 45 días de incubación, independientemente del tamaño de la partícula de la cáscara.
- El contenido del calcio cambiante y extractable aumentó proporcionalmente con la dosis aplicada, demostrando la capacidad del producto para aportar nutrientes esenciales para la fertilidad del suelo.
- La extracción fina y la fracción sin tamizar mostraron comportamiento similar, indicando que en la molienda no existe tamizado adicional, mientras aproximadamente el 75% del material pueda pasar una malla de partículas menores de 140 μ m
- Y finalmente se evidenció que una alta correlación entre el calcio extractable y el calcio cambiante respalda la disponibilidad real del calcio para las plantas y la eficiencia del material incandescente. Estos resultados respaldan la eficiencia del producto y su capacidad para mejorar la fertilidad de suelos ácidos, confirmando su potencial como enmienda agrícola sostenible. (Huanca & García, 2019)

4.6 Análisis de resultados: Viabilidad

La viabilidad de un emprendimiento agroindustrial depende de su capacidad para generar valor económico, técnico y social en el tiempo (Sapag & Sapag, 2008). En este contexto, el análisis de viabilidad del granulado orgánico Biocal busca determinar si el modelo de negocio propuesto es sostenible en términos financieros, productivos y de mercado, considerando los resultados de la investigación de campo y las proyecciones financieras iniciales.

4.6.1 Viabilidad técnica

La viabilidad técnica de Biocal se fundamenta en la disponibilidad de materia prima, el proceso de producción y la factibilidad de su implementación en pequeña escala.

a) Disponibilidad de materia prima

El estudio de campo en 14 restaurantes y panaderías de Quito determinó una generación mensual de 2.310 kg de cáscaras de huevo, suficientes para una producción estimada de 2,8 toneladas de granulado mensual, considerando una fórmula del 80 % de cáscara de huevo y 10 % de cacao.

Esto confirma la sostenibilidad del abastecimiento, alineado con la economía circular, al transformar residuos en insumos agrícolas (Otero, 2022; Montenegro et al., 2024).

b) Proceso productivo

El proceso técnico consiste en:

- Recolección y limpieza de las cáscaras.
- Secado y trituración hasta obtener granulometría controlada.
- Mezclado y compactado con cáscara de cacao y aglutinante natural.
- Secado final y envasado en sacos de 25 kg.

Según Baca Urbina (2013), este tipo de inversión se clasifica como capital fijo y capital de trabajo, asegurando continuidad operativa y escalabilidad progresiva.

c) Capacidad productiva y eficiencia

La maquinaria y herramientas básicas permiten una capacidad de 150 sacos mensuales, con posibilidad de ampliación mediante mayor automatización o incorporación de más recolectores. El proceso es técnicamente viable, pues utiliza equipos de bajo consumo energético y tecnología accesible.

4.6.2 Viabilidad comercial

Los resultados de la investigación de campo evidencian una aceptación potencial del 87% entre agricultores y agroexportadores encuestados, quienes manifestaron intención de compra “probable” o “muy probable”. Asimismo, el precio óptimo percibido (15–25 USD por saco) se encuentra por encima del precio actual proyectado (7,40 USD), lo que representa un margen de ganancia comercial significativo y refuerza la viabilidad de mercado.

El 93% de los participantes afirmó que sustituiría productos químicos por opciones orgánicas si los resultados técnicos son equivalentes, lo que respalda la deseabilidad del producto y su coherencia con las tendencias de agricultura sostenible (FAO, 2022). Además, los canales de distribución más valorados fueron los agro servicios locales (80%), lo que permite implementar una estrategia comercial directa y de bajo costo logístico.

4.7 Conclusiones de la Investigación de Mercados

El análisis integral de los tres ejes permite afirmar que Biocal es un producto viable, factible y deseable, tanto desde la perspectiva técnica como comercial y financiera:

- **Deseabilidad:** Alta aceptación e intención de compra entre los agricultores, motivada por su sostenibilidad y efectividad percibida.
- **Factibilidad técnica:** Comprobada mediante evidencia científica y validación experta; el producto cumple funciones equivalentes a las enmiendas minerales tradicionales.
- **Viabilidad económica:** Proyección rentable a partir del tercer año, con estructura de costos controlada y crecimiento sostenido.

Por tanto, Biocal no solo representa una alternativa agrícola viable y sostenible, sino también una iniciativa de economía circular que integra el aprovechamiento de residuos orgánicos con la mejora de la productividad agrícola, contribuyendo al desarrollo rural y al fortalecimiento de prácticas agroecológicas en Ecuador.

4.8 Punto de decisión – Pivoteo realizado

Como componente central del proceso de validación técnica y para asegurar una retroalimentación anclada en la realidad operativa, se ejecutó una entrevista de carácter semiestructurado con el Ingeniero Agrónomo Pepe Enríquez. La elección de este perfil no fue aleatoria; se priorizó su vasta trayectoria de más de 30 años liderando la producción de hortalizas y frutas, lo que le otorga una autoridad técnica indiscutible. El encuentro, desarrollado de forma presencial y con una extensión aproximada de 45 minutos, funcionó como un espacio de diálogo técnico que permitió extraer información crítica sobre el estado actual de los suelos agrícolas, la eficacia real de las enmiendas orgánicas y los determinantes —tanto técnicos como económicos— que condicionan la adopción de nuevos insumos en el mercado ecuatoriano. El valor diferencial de este aporte radicó en la dualidad de su perspectiva: Enríquez ofreció una

visión integral que fusiona el rigor científico de su especialidad con la vivencia práctica del día a día en el campo.

En el transcurso de la sesión, el experto hizo hincapié en la dinámica de los macronutrientes esenciales (nitrógeno, fósforo, potasio y calcio) dentro de la matriz del suelo. Subrayó una problemática latente: una gran proporción de los terrenos productivos sufre hoy de deficiencias severas o 'bloqueos minerales', una consecuencia directa de la saturación por el uso ininterrumpido de fertilizantes de síntesis química y la falta de prácticas de rotación de cultivos. Según su diagnóstico, este fenómeno desencadena una cadena de degradación que no solo merma la productividad, sino que desestabiliza la estructura física y química del suelo. Por ello, validó la urgencia de introducir enmiendas orgánicas integrales, capaces de restituir la fertilidad edáfica sin comprometer el delicado equilibrio biológico del ecosistema agrícola. En cuanto a los criterios de adopción de nuevos productos, resaltó que los agricultores priorizan aquellos que sean rentables, completos y accesibles, capaces de igualar o superar el rendimiento de los fertilizantes químicos, pero a un costo competitivo y con beneficios ambientales visibles.

Otro punto clave abordado fue la fuente de materia prima. El ingeniero señaló que la recolección de cáscaras de huevo a través de restaurantes o panaderías sería un modelo poco sostenible debido a la falta de volumen y constancia en el suministro, lo cual afectaría la viabilidad de la producción a mediano plazo. Asimismo, indicó que el uso de cáscara de cacao presentaba limitaciones logísticas y un proceso de descomposición más prolongado que podría complicar la eficiencia del proceso. En cambio, recomendó considerar insumos orgánicos más accesibles y ricos en nutrientes, como la gallinaza, los residuos de hortalizas, la cáscara de plátano y el rechazo de plantaciones de brócoli, este último por su alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, elementos esenciales para el equilibrio del suelo.

Desde el punto de vista del mercado, el experto coincidió en que la competencia dentro del sector de enmiendas agrícolas completas en Ecuador es reducida, destacando como principal competidor a Ecuabonaza (Pronaca), lo cual representa una oportunidad significativa para posicionar un producto alternativo con valor agregado y enfoque sostenible. Su retroalimentación permitió identificar una clara brecha en el mercado para productos orgánicos que no solo corrijan la acidez del suelo, sino que también aporten nutrientes esenciales de manera integral y a un costo accesible para los agricultores locales.

A partir de esta retroalimentación, y en conjunto con la opinión previamente obtenida de la especialista Ana Pérez, se tomaron decisiones fundamentales para optimizar la viabilidad técnica y operativa del proyecto. En primer lugar, se modificó el esquema de abastecimiento de materia prima, reemplazando la recolección de residuos de restaurantes y panaderías por alianzas estratégicas con empresas avícolas, con el fin de aprovechar los huevos rechazados durante los procesos de clasificación y empaque. Esta medida garantiza un suministro constante, en mayores volúmenes y a costos más competitivos, fortaleciendo la sostenibilidad del modelo productivo.

En segundo lugar, se decidió reemplazar la cáscara de cacao y el aglutinante natural por rechazos de brócoli provenientes de los mismos agricultores aliados, creando un modelo de economía circular en el que los desechos agrícolas se reintegran al proceso productivo. Esta decisión no solo mejora la disponibilidad de materia prima, sino que además potencia la composición nutricional de la enmienda orgánica, ya que el brócoli aporta macronutrientes como nitrógeno, potasio y calcio, esenciales para el desarrollo vegetal. Además, contiene compuestos antioxidantes como sulforafano, carotenoides y quercetina, que contribuyen a mantener un suelo biológicamente activo y saludable. El aprovechamiento de estos residuos agrícolas también reduce el impacto ambiental, al evitar su acumulación o disposición inadecuada.

Finalmente, se redefinió la forma y presentación del producto final, pasando de un formato granulado a un polvo fino de enmienda agrícola orgánica. Este cambio responde a las recomendaciones técnicas de los expertos, quienes señalaron que los productos con partículas más pequeñas presentan una mayor eficiencia de absorción y mejor dispersión en el suelo. El proceso de producción incluirá el secado en invernadero y la posterior molienda en maquinaria especializada, lo que permitirá obtener una textura homogénea y funcional. Este formato, además de optimizar la liberación de nutrientes, facilita la aplicación manual o mecánica y mejora la aceptación entre los agricultores por su practicidad.

En síntesis, el pivoteo realizado representa una evolución técnica y estratégica del proyecto Biocal, orientada hacia el desarrollo de una enmienda agrícola orgánica en polvo, elaborada a partir de cáscaras de huevo provenientes de empresas avícolas y rechazos de brócoli. Estas decisiones reflejan la capacidad del equipo para adaptarse a las condiciones reales del mercado, incorporar criterios de sostenibilidad y responder a las necesidades identificadas en el sector agrícola. De esta forma, el proyecto consolida su enfoque en la economía circular, la eficiencia operativa y la generación de valor ambiental y social, reafirmando su compromiso con una agricultura más sostenible y competitiva.

4.9 Marco Teórico basado en Pivoteo realizado

Las cáscaras de huevo constituyen una fuente reconocida de carbonato de calcio (CaCO_3) con una pureza que puede alcanzar el 94% y 97 % (Waheed, 2020) . En Ecuador, se ha indicado que la producción avícola —incluyendo las ponedoras— se concentra mayormente en la región andina, en provincias como Cotopaxi, Pichincha e Tungurahua, lo que sugiere una disponibilidad

estratégica de cáscaras de huevo como materia prima para procesos de valorización (Sanchez, 2015). Por su parte, la producción de brócoli en Ecuador también presenta volúmenes relevantes, la producción estimada de brócoli alcanzó aproximadamente 135 000 toneladas en 2022 (Faostat, 2024), lo que permite inferir que los rechazos de plantaciones en la Sierra pueden constituir una fuente de residuos de origen agrícola viable. En las provincias andinas como: Imbabura, Pichincha y Cotopaxi es común la rotación y cultivo de hortalizas, incluida la familia de las crucíferas, lo que abre una vía de suministro local.

La combinación técnica de estas dos materias primas se justifica: la cáscara de huevo aporta calcio y sirve como corrector de acidez del suelo, mientras que los rechazos de brócoli aportan nitrógeno, fósforo y potasio, además de materia orgánica y estructura para la enmienda. Este enfoque integrado permite desarrollar una enmienda orgánica que no sólo corrige pH, sino que también mejora la fertilidad del suelo desde múltiples frentes —una necesidad señalada por expertos agrónomos al evaluar suelos agrícolas andinos.

Asimismo, la estrategia responde a la lógica de economía circular al utilizar residuos agroindustriales abundantes en la Sierra ecuatoriana, reduciendo la carga ambiental de su disposición y transformándola en insumo de valor. Esta alineación con principios de sostenibilidad agroindustrial fortalece la propuesta de valor del producto dentro del contexto nacional.

4.9.1 Fórmula recomendada para la enmienda orgánica

Tras revisar las condiciones técnicas y de abastecimiento señaladas en la investigación de mercado, se propone la siguiente fórmula inicial para la enmienda orgánica en polvo:

- 60 % cáscara de huevo molida (fuente principal de CaCO_3)
- 40 % rechazo de brócoli seco y molido (fuente complementaria de N-P-K, materia orgánica y estructura)

Esta modificación de la fórmula representa un cambio frente al planteamiento previo (80/10/10) y responde a la viabilidad de abastecimiento y el objetivo de aportar nutrientes clave. En este caso, la prioridad recae en la utilización de la cáscara de huevo como principal diferenciador del producto.

Para dimensionar una base de producción inicial, si se desea elaborar por ejemplo 1 000 kg de enmienda, habría que disponer de aproximadamente 600 kg de cáscara de huevo y 400 kg de rechazo de brócoli. Este volumen permite producir un lote piloto significativo que puede cubrir la fase inicial de pruebas agronómicas. En caso de producir 10 000 kg, se requerirían 6 000 kg de cáscara de huevo y 4 000 kg de brócoli. Este cálculo facilita la planificación de abastecimiento, transporte, almacenamiento y procesamiento. La selección de estos porcentajes y cantidades también considera que la cáscara de huevo asegurará la corrección del pH y aporte de Ca, mientras que el brócoli complementará con otros macronutrientes y contribuirá a la estructura del suelo, haciendo de la enmienda un producto integral, completo, técnico y diferenciado.

4.9.2 Proceso productivo completo para la enmienda orgánica

El proceso productivo de la enmienda orgánica a base de cáscara de huevo y rechazo de brócoli se desarrolla bajo un modelo técnico sustentable que busca aprovechar residuos agroindustriales abundantes en la Sierra ecuatoriana, transformándolos en un insumo agrícola funcional, estable y de bajo impacto ambiental. Este proceso sigue una secuencia de operaciones

que garantizan la pureza, homogeneidad y eficacia del producto final, cumpliendo con criterios de calidad agronómica y sostenibilidad.

La primera etapa corresponde al abastecimiento de materia prima, que se realiza mediante convenios estratégicos con empresas avícolas y productores agrícolas ubicados en las provincias de Cotopaxi, Pichincha e Imbabura. Las avícolas proveen las cáscaras de huevo desechadas durante los procesos de clasificación, mientras que los agricultores aportan los rechazos de brócoli generados por calibrado, tamaño o condiciones estéticas no aptas para comercialización. Este modelo de abastecimiento garantiza un flujo constante de insumos y fortalece el principio de economía circular al reintegrar residuos productivos en nuevas cadenas de valor.

Posteriormente, ambas materias primas pasan por una fase de limpieza y pretratamiento. Las cáscaras de huevo se lavan con agua a temperatura ambiente para eliminar residuos orgánicos o impurezas. Una vez limpias, se someten a un proceso de secado controlado —ya sea solar o mediante hornos de aire forzado— hasta alcanzar una humedad inferior al 5%, asegurando su estabilidad y previniendo la proliferación de microorganismos. En paralelo, los rechazos de brócoli se trocean para facilitar su manipulación y se deshidratan en invernadero o en horno a una temperatura aproximada de 70 °C, hasta obtener un contenido de humedad inferior al 10%. Esta deshidratación permite conservar los nutrientes esenciales y reducir el riesgo de descomposición prematura.

Una vez deshidratadas, las materias primas son sometidas a la etapa de molienda y clasificación. La cáscara de huevo se pulveriza en molinos de martillos o de bolas hasta obtener un polvo fino con una granulometría menor a 0,5 mm, optimizando su capacidad de reacción y liberación de calcio en el suelo. El rechazo de brócoli, por su parte, se muele en molinos de cuchillas o de martillos hasta alcanzar una textura homogénea con partículas de

aproximadamente 1 mm de tamaño. Ambas fracciones se tamizan posteriormente para asegurar uniformidad y facilitar su integración durante la mezcla. En este punto, la cáscara de huevo actúa como fuente de carbonato de calcio (CaCO_3), mientras que el brócoli se incorpora como fuente natural de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica vegetal.

La siguiente fase consiste en el mezclado y formulación del producto, donde las materias primas se combinan en proporciones de 60 % de cáscara de huevo y 40 % de brócoli seco. Este balance busca garantizar que el producto final cumpla una doble función: la corrección de la acidez del suelo mediante el aporte de calcio y la mejora de la fertilidad mediante el suministro de macronutrientes esenciales. El proceso de mezclado se lleva a cabo en mezcladoras rotativas o de paletas, asegurando una distribución homogénea de los componentes. Durante esta fase puede aplicarse una ligera aspersión de agua que no supere el 2% del volumen total, con el fin de mejorar la cohesión del polvo y activar la microbiota beneficioso del material orgánico. En lo referente a la homogeneización, el protocolo establece un tiempo de residencia en la mezcladora que oscila rigurosamente entre 15 y 20 minutos. Este intervalo no es arbitrario; es el lapso necesario para asegurar una textura uniforme y la estabilidad estructural de la mezcla antes de pasar a la siguiente etapa.

Una vez finalizada la integración de los componentes, el material ingresa a una fase de secado y estabilización pasiva. El procedimiento dicta que la mezcla repose en bandejas o tolvas abiertas por un periodo aproximado de doce horas. El objetivo de este reposo es doble: por un lado, reducir la humedad residual de forma controlada y, por otro, estabilizar las reacciones bioquímicas incipientes, mitigando así cualquier riesgo de generación de gases o procesos de fermentación no deseados que pudiesen comprometer la calidad. Un parámetro de control estricto en esta fase es la humedad final, la cual debe mantenerse obligatoriamente por debajo del

8%; este umbral es vital para garantizar la conservación a largo plazo del producto y prevenir el apelmazamiento o compactación del material durante su almacenamiento. Para optimizar su desempeño en campo, el producto se somete a un proceso de refinamiento mediante pulverización. Utilizando un molino de impacto, se reducen las partículas hasta alcanzar una granulometría específica de entre 300 y 500 micras. Esta transformación genera un polvo fino con una alta superficie de contacto, característica física que maximiza su capacidad de absorción y potencia su efectividad agronómica al momento de la aplicación.

Finalmente, esta etapa corresponde al envasado, etiquetado y almacenamiento. El producto en polvo se empaca en sacos o bolsas selladas, asegurando su protección frente a la humedad ambiental. Cada envase incluye una etiqueta técnica que especifica su composición (60% CaCO_3 de cáscara de huevo y 40 % materia orgánica vegetal de brócoli), el contenido estimado de macronutrientes (Ca, N, P, K), las instrucciones de aplicación y la trazabilidad del lote. Posteriormente, los productos terminados se almacenan en bodegas ventiladas y techadas, libres de exposición solar directa y con control periódico de humedad y temperatura. La distribución se realiza de forma directa a agricultores y agroexportadores o mediante acuerdos de consignación con agro tiendas de la región andina.

En conjunto, este proceso productivo refleja un modelo de gestión eficiente, sostenible y replicable, capaz de generar valor agregado a partir de residuos agroindustriales, fortaleciendo tanto la sostenibilidad ambiental como la competitividad del sector agrícola ecuatoriano.

5 Informe Financiero Inicial

5.9 Modelo financiero

La presente sección expone la estructuración financiera del proyecto Biocal, bajo un enfoque de "iniciativa esbelta" (Lean Startup), priorizando la eficiencia operativa y la minimización de riesgos financieros en la etapa de introducción al mercado. El objetivo fundamental de esta sección es validar la solidez económica de la iniciativa. Para ello, se propone una estructura de costos racionalizada y una proyección de ingresos basada en escenarios conservadores, pero con una clara capacidad de escalabilidad a largo plazo.

El análisis del entorno revela que el sector agrícola ecuatoriano enfrenta una brecha significativa: existe una demanda insatisfecha de insumos que logren equilibrar la eficacia agronómica con un costo accesible para el productor promedio. Tomando como referencia los datos de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2023), se ha logrado identificar un nicho de mercado estratégico en la región Sierra. Este segmento está compuesto mayoritariamente por pequeños y medianos productores que tienen la necesidad urgente de corregir la acidez de sus suelos, pero que se ven limitados por los precios prohibitivos de los fertilizantes importados.

Con el fin de blindar el éxito financiero del proyecto, la estrategia operativa se ha diseñado bajo un modelo de 'carga fabril ligera' para el primer año de gestión. Esta decisión táctica permite alcanzar el punto de equilibrio con un volumen de ventas moderado, lo cual es crucial para mitigar la presión comercial durante la etapa de introducción y asegurar la salud y sostenibilidad del flujo de caja ante posibles fluctuaciones del mercado.

6 Prototipo 2.0

La evolución del proyecto exigió una iteración estratégica para robustecer la propuesta de valor y verificar su recepción en el mercado real. El eje central de esta actualización es la presencia digital del proyecto, materializada a través de una Landing Page (página de aterrizaje) desarrollada bajo principios de diseño responsivo.

Dentro de esta arquitectura digital, se prestó especial atención a la versión para escritorio (Desktop). Por ello, su estructura de navegación prioriza la exposición profunda de los beneficios del producto, el desglose de su impacto ambiental positivo y la explicación técnica de su conexión con el modelo de economía circular, elementos que requieren de una visualización amplia para su correcta comprensión.



Ilustración 9. Landing Page para computador

De manera complementaria, la arquitectura digital incluye una adaptación optimizada para entornos móviles, la cual cumple un rol táctico dentro de la estrategia comercial. Su estructura visual y funcional busca agilizar la comunicación en tiempo real con los eslabones

clave del negocio: permite captar la atención de potenciales socios, atender las necesidades inmediatas de los agricultores y coordinar con los establecimientos recolectores, convirtiendo al dispositivo móvil en un canal efectivo de gestión operativa.



Ilustración 10. Landing Page para celular

Más allá de la funcionalidad técnica, la identidad visual desplegada en ambas plataformas responde a una estrategia de comunicación integral. El objetivo del diseño fue proyectar los pilares fundamentales que sostienen al proyecto: la sostenibilidad, la innovación disruptiva y un compromiso inquebrantable con el medio ambiente. De esta forma, la interfaz no solo informa, sino que educa al visitante sobre el propósito final del producto, desglosando su proceso de elaboración y visibilizando el impacto social positivo que genera en la comunidad agrícola.

Esta información es el insumo clave para la construcción de métricas digitales que permitirán refinar la estrategia comercial a futuro. Para realizar una revisión exhaustiva de la navegación y la experiencia de usuario propuesta, se puede acceder a los prototipos funcionales a través de la siguiente dirección web:

- https://mailinternacionaledu-my.sharepoint.com/:f/g/personal/dorodriguezve_uide_edu_ec/Erhttp-AI0tVBki0vTg-VPBUBqaWg6QKdYk7BCYGNP_yABg?e=XW79R4

En conclusión, el despliegue del Prototipo 2.0 va más allá de la exposición visual; actúa como el catalizador necesario para verificar la sintonía real entre la solución agroindustrial propuesta y las demandas latentes del sector. Al digitalizar la interacción, no solo se perfeccionan los canales de comunicación con el cliente, sino que se cimentan las bases operativas que permitirán la escalabilidad futura del modelo comercial.

7 Modelo de Monetización

La definición del modelo de monetización no es aislada; se fundamenta estrictamente en la dinámica real del mercado agrícola ecuatoriano y en el refinamiento estratégico realizado durante las tutorías académicas. Con el fin de garantizar la sostenibilidad económica y un escalamiento ordenado, se ha estructurado una operación comercial enfocada en el modelo B2C. Esta decisión permite atender sin intermediarios masivos a los productores agrícolas y agroexportadores, ajustando la propuesta de valor a las capacidades específicas de cada segmento.

Como eje central de la captación de ingresos, se prioriza la venta directa. Este mecanismo se enfoca en aquellos productores que requieren el granulado orgánico para aplicación inmediata en sus cultivos. La operatividad de este canal se apoya en el uso intensivo de redes sociales y WhatsApp, herramientas que facilitan mucho más que la venta: permiten una comunicación bidireccional y personalizada. Este contacto cercano resulta vital para recibir retroalimentación instantánea sobre el desempeño del producto en el terreno, fomentando así una relación de confianza que deriva en la fidelización y recurrencia del cliente.

De forma paralela, la estrategia de cobertura se amplía mediante un canal indirecto compuesto por agro tiendas, seleccionadas por su ubicación estratégica en nodos productivos del Valle de los Chillos y Quito. Para facilitar la entrada en estos puntos de venta ya posicionados, se operará bajo la modalidad de consignación. Este esquema elimina el riesgo de inventario para el aliado comercial y, simultáneamente, maximiza la visibilidad y disponibilidad física de nuestra enmienda en polvo dentro del circuito de compra habitual del agricultor local.

La integración de esta estructura dual (directa e indirecta) es clave para expandir el alcance del mercado sin incurrir en sobrecostos logísticos, optimizando la penetración rural y la capacidad de respuesta. La sinergia funciona así: el canal directo actúa como una herramienta de inteligencia de mercado, capturando datos precisos sobre frecuencia de compra y necesidades del ciclo productivo para afinar la planificación; mientras tanto, el canal indirecto asegura presencia física en zonas de alto tránsito, reduciendo las fricciones de compra. Esta combinación construye un ecosistema comercial robusto y adaptable, indispensable para consolidar la viabilidad a largo plazo del proyecto en el sector sostenible.

8 Estudio Técnico y Modelo de Gestión Organizacional

8.9 Localización (Matriz)

La definición de la sede operativa del proyecto recayó estratégicamente en la ciudad de Latacunga, situada en la provincia de Cotopaxi. Esta elección responde a su posición privilegiada dentro del corredor agroindustrial de la Sierra ecuatoriana, un factor que resulta decisivo para la eficiencia del modelo de negocio. La cercanía a las fuentes de abastecimiento se erige como la ventaja competitiva principal: la región concentra una alta densidad de empresas avícolas y productores de hortalizas, lo que asegura un flujo constante y directo de materia prima crítica — específicamente cáscaras de huevo y brócoli de descarte—. Esta proximidad geográfica no solo minimiza drásticamente los costos logísticos de recolección, sino que fortalece la trazabilidad y frescura de los insumos desde el origen.

A su vez, Latacunga funciona como un punto de distribución neurálgico que conecta eficientemente con los mayores centros de consumo del país, tales como Quito, Ambato y Riobamba. Esta conectividad vial optimiza los tiempos de entrega y reduce la huella de carbono del transporte. En cuanto a la infraestructura física, el proyecto se implantará en una zona agroindustrial consolidada que ofrece bodegas versátiles, permitiendo la adecuación de una planta de producción piloto completa. Dicha instalación albergará también el área administrativa y un laboratorio de control de calidad in situ, indispensable para realizar los análisis fisicoquímicos que validen el producto.

Por último, el entorno local ofrece un ecosistema favorable impulsado por dos variables: la disponibilidad de capital humano cualificado, gracias a la presencia de universidades y mano de obra especializada en agronomía; y un marco de apoyo institucional sólido, derivado de

políticas locales que incentivan activamente la economía circular y la valorización de residuos agrícolas.

8.10 Operaciones (Mapa de procesos)

Con el fin de asegurar la excelencia operativa, la estructura de funcionamiento del emprendimiento se ha diseñado bajo un modelo de gestión integral por procesos. Esta filosofía de trabajo no solo busca la eficiencia productiva, sino que alinea cada actividad con los principios de sostenibilidad ambiental y la satisfacción final del agricultor. Mediante este esquema, es posible identificar, jerarquizar y perfeccionar cada eslabón de la cadena, desde la captación de insumos hasta la entrega final, blindando así la trazabilidad y la calidad en todo momento.

El corazón operativo del negocio, o cadena de valor, se despliega a través de cuatro etapas críticas. El ciclo inicia con la fase de abastecimiento y preparación, centrada en la recolección selectiva y el acondicionamiento de las materias primas base (cáscaras de huevo y rechazo de brócoli). Aquí, se aplica un protocolo sanitario estricto para garantizar la inocuidad de los insumos antes de su ingreso a planta. Posteriormente, el material avanza hacia la fase de transformación y formulación, donde ocurren los procesos de secado, molienda y homogeneización. Es en este punto donde se cumple con la formulación técnica precisa: una mezcla compuesta por un 60% de cáscara de huevo y un 40% de brócoli, proporciones clave para asegurar la efectividad del producto. Una vez estabilizada la mezcla, se procede a la tercera etapa de envasado y comercialización, que abarca el etiquetado normativo, la identificación por lotes y el almacenamiento bajo condiciones controladas para preservar la calidad. El ciclo culmina con

la fase de logística, encargada de la gestión inteligente de inventarios y la distribución física hacia los canales de venta, ya sea mediante entrega directa al productor o a través de la red de agro tiendas aliadas.

Para sostener esta maquinaria productiva, el modelo se apoya en procesos transversales indispensables. En el nivel superior, los procesos estratégicos —como la planificación de la producción, la dirección del proyecto y la mejora continua de la calidad— definen el rumbo del negocio y su alineación con las metas de expansión. Paralelamente, los procesos de soporte actúan como los cimientos de la operación: desde la gestión ambiental y el mantenimiento de equipos, hasta la administración de recursos humanos, financiera y tecnológica. La interacción sinérgica de todos estos componentes tiene un único fin: garantizar un flujo de trabajo coordinado que resulte en la entrega de un producto confiable, sostenible y técnicamente superior.

8.11 Proceso de Recolección de Materia Prima

El proceso de recolección de materia prima del proyecto Biocal se fundamenta en dos fuentes principales estratégicamente seleccionadas: las incubadoras de empresas avícolas, de donde se obtiene la cáscara de huevo, y los agricultores especializados en el cultivo de brócoli de exportación, quienes proveen el rechazo vegetal generado durante sus procesos productivos. La definición de este sistema de abastecimiento se sustentó en una investigación técnica previa, desarrollada mediante entrevistas y consultas directas con expertos del sector avícola y agrícola. Esta información permitió diseñar un proceso eficiente, sanitariamente seguro y logísticamente

viable, asegurando la calidad y continuidad de la materia prima requerida para la elaboración de la enmienda orgánica.

La estructura técnica del proceso fue desarrollada a partir de conversaciones con especialistas con amplia experiencia operativa. Entre ellos se contó con el Ing. Amílcar Pepinos, jefe de una planta de incubación ubicada en Ambuquí, y la Ing. Anita Pérez, responsable del proceso de compostaje en una planta ubicada en Latacunga. Ambos profesionales aportaron información clave relacionada con los volúmenes reales de generación de residuos, los tiempos máximos de almacenamiento permitidos, los protocolos sanitarios vigentes y las prácticas internas de manejo de residuos tanto en incubadoras como en plantas agrícolas. Estos aportes permitieron adaptar el proceso de recolección a las condiciones reales de operación de cada sector.

En el caso del sector avícola, el residuo de interés corresponde específicamente a la cáscara de huevo generada durante los procesos de nacimiento en las incubadoras. Este residuo se produce en grandes volúmenes en cada ciclo de incubación, el cual tiene una duración aproximada de 21 días y se ejecuta generalmente dos o tres veces por semana, dependiendo del calendario productivo de cada empresa. La cáscara de huevo es clasificada como un residuo orgánico no peligroso, siempre que exista una separación adecuada entre la cáscara y los restos biológicos asociados al embrión. Dicho proceso de separación es realizado internamente por las incubadoras, de acuerdo con sus propios protocolos de bioseguridad. El proyecto Biocal únicamente utiliza la cáscara limpia, mientras que cualquier residuo biológico es descartado directamente por la avícola bajo sus procedimientos establecidos.

Desde el punto de vista sanitario, se determinó que la cáscara de huevo no debe permanecer almacenada en las instalaciones de la incubadora por un período superior a 12 horas,

debido al riesgo de proliferación microbiológica, principalmente de bacterias como Salmonella y Escherichia coli. Durante este período, el material es almacenado temporalmente en áreas destinadas exclusivamente para residuos, alejadas de las salas de nacimiento, utilizando tachos plásticos de 200 litros debidamente identificados. Superar este tiempo de almacenamiento incrementa los riesgos sanitarios y puede comprometer el estatus de bioseguridad de la incubadora, razón por la cual el proceso de recolección fue diseñado para respetar estrictamente este límite.

El proceso operativo de recolección de cáscaras de huevo se ajusta a los horarios variables de nacimiento de las avícolas, estableciendo un intervalo máximo de retiro de 12 horas. Operativamente, la incubadora realiza la separación entre cáscara y embrión, deposita la cáscara en los tachos asignados y la almacena temporalmente. Posteriormente, el equipo del proyecto Biocal retira los tachos en los horarios previamente acordados, traslada el material hacia la planta de procesamiento y deja en las instalaciones tachos limpios y desinfectados para el siguiente ciclo productivo. Este procedimiento garantiza continuidad, orden y cumplimiento de los protocolos sanitarios.

En cuanto al rechazo de brócoli, la investigación se desarrolló en colaboración con Ecofroz, empresa exportadora de brócoli, coliflor y romanesco. La experiencia de esta empresa permitió comprender con precisión la frecuencia real de generación del rechazo, los tiempos de acopio, los protocolos internos de manipulación y los esquemas de recolección programada. Esta información validó que el proceso propuesto es compatible con la operación agrícola a gran escala y no interfiere con los flujos productivos de las empresas exportadoras.

El brócoli de rechazo se genera principalmente durante las etapas de selección de cabezas, clasificación de calidad y empaque para exportación. Este residuo incluye producto con

defectos físicos, tamaños fuera de norma o brotes secundarios que no cumplen con los estándares del mercado internacional. Al tratarse de material vegetal, su riesgo sanitario es bajo y su proceso de descomposición es más lento en comparación con residuos de origen animal, lo que permite una mayor flexibilidad en su manejo y almacenamiento temporal.

De acuerdo con la información proporcionada por Ecofroz, se estableció que la recolección del brócoli de rechazo se realizará dos veces por semana, en días previamente definidos según el calendario productivo del agricultor o empresa. El proceso operativo contempla la separación del material descartado directamente en la línea de clasificación, su depósito en contenedores designados, el almacenamiento temporal en puntos de acopio internos y la recolección programada para su posterior traslado hacia la planta de procesamiento del proyecto.

La implementación de este modelo de recolección genera beneficios significativos tanto para las incubadoras avícolas como para los agricultores y empresas exportadoras de brócoli. Desde el punto de vista operativo y logístico, se reduce de manera considerable la acumulación de residuos en bodegas y áreas de proceso, se optimiza el manejo de desechos conforme a normativas ambientales y sanitarias, y se elimina la necesidad de que las empresas gestionen transporte, permisos municipales o gestores externos. Esto se traduce en una disminución de costos logísticos y cargas administrativas.

Desde una perspectiva ambiental, el aprovechamiento de cáscaras de huevo y rechazo de brócoli permite transformar residuos en un insumo útil para la agricultura, aportando directamente a un modelo de economía circular. En el caso de los agricultores, este residuo puede retornar como producto final en forma de enmienda orgánica, fortaleciendo la productividad agrícola y mejorando la calidad del suelo.

En el ámbito sanitario, el modelo propuesto contribuye a reducir riesgos microbiológicos, especialmente en las avícolas, donde la proliferación de patógenos puede comprometer la salud de los lotes nacidos. Los procesos de separación controlados y la evacuación oportuna del residuo evitan la contaminación cruzada y facilitan el cumplimiento de estándares de inocuidad exigidos en auditorías internas y certificaciones de exportación.

En síntesis, la implementación del sistema de recolección de cáscaras de huevo y rechazo de brócoli constituye un pilar fundamental para la sostenibilidad y viabilidad operativa del proyecto Biocal. Al establecer alianzas directas con avícolas, agricultores y empresas exportadoras, se asegura un abastecimiento continuo, seguro y trazable de materia prima, fortaleciendo la capacidad productiva y garantizando estabilidad en el suministro desde el primer año. Asimismo, el diseño de protocolos basados en asesoría experta reduce riesgos sanitarios, mejora la eficiencia del proceso productivo y posiciona al proyecto como una solución innovadora, sostenible y alineada con los principios de la economía circular.

8.12 Diseño Organizacional (Organigrama)

La arquitectura organizacional del emprendimiento se ha diseñado bajo los principios de un modelo funcional y jerárquico, priorizando el orden y la eficiencia en la administración de los recursos humanos y materiales. Este esquema no es rígido; por el contrario, está concebido específicamente para una empresa en fase de expansión, donde la definición precisa de roles, la fluidez comunicacional y la especialización de tareas son requisitos indispensables para asegurar un control operativo robusto y un crecimiento escalable. En la cúspide de esta estructura se sitúa la Gerencia General, figura encargada de la dirección estratégica integral. Su responsabilidad

trasciende la supervisión; actúa como el eje de la planificación global y la toma de decisiones críticas, velando por el cumplimiento de las metas técnicas, financieras y comerciales de la organización.

Bajo este liderazgo estratégico, el funcionamiento operativo se articula a través de tres pilares fundamentales. El Área de Producción funge como el motor técnico, asumiendo la responsabilidad total sobre la transformación de la enmienda orgánica. Su alcance abarca desde la recepción y validación de materia prima —gestionando el relacionamiento directo con proveedores para asegurar trazabilidad— hasta el control de calidad, el mantenimiento de equipos y la gestión de permisos ambientales y sanitarios. En paralelo, el Área Comercial despliega la estrategia de mercado, gestionando las ventas y el marketing. Su labor es vital para construir alianzas con agro tiendas, distribuidores y agroexportadores, además de fortalecer la imagen corporativa y fidelizar clientes mediante un acompañamiento técnico constante. Como soporte transversal, el Área Administrativa blindada la operación gestionando los recursos financieros y logísticos. Esta unidad controla la salud económica del proyecto, desde la planificación presupuestaria y contabilidad, hasta el cumplimiento riguroso de obligaciones tributarias, laborales y la gestión documental.

La interacción entre estas tres unidades no es aislada; se fomenta una sinergia continua que garantiza que cada decisión operativa esté alineada con la visión de sostenibilidad y economía circular del proyecto. Esta configuración ofrece la flexibilidad necesaria para que, conforme aumente la demanda, la empresa pueda incorporar nuevos perfiles técnicos o coordinaciones sin sacrificar la eficiencia ni el control de sus procesos.

8.13 Conformación Legal

La estructuración jurídica del emprendimiento se formalizará mediante la constitución de una Compañía de Responsabilidad Limitada (Cía. Ltda.). Esta decisión no es fortuita, sino que obedece a un análisis estratégico de las ventajas operativas, administrativas y fiscales que dicha figura proporciona, especialmente en el contexto de iniciativas productivas con enfoque sostenible que requieren formalidad y confianza. La característica central que motivó esta elección es el mecanismo de seguridad jurídica que ofrece a los fundadores: bajo este esquema societario, la responsabilidad legal y financiera de los socios se encuentra estrictamente circunscrita al monto de sus aportaciones individuales al capital social. En la práctica, esto genera un 'blindaje' efectivo, asegurando que el patrimonio personal y los bienes privados de los inversionistas permanezcan resguardados y jurídicamente separados de las obligaciones, deudas o riesgos comerciales que la empresa pueda contraer durante su operación. Además, su estructura flexible facilita la gestión interna y la toma de decisiones, al mismo tiempo que permite acceder a beneficios tributarios e incentivos de innovación verde impulsados por el Estado ecuatoriano.

El grupo de socios fundadores está conformado por Alessio Genovese, Erika Ayala, Mauricio Gómez, Dennys Ñauñay y Dominique Rodríguez, quienes aportan capital económico, conocimiento técnico y experiencia en áreas complementarias como agronomía, sostenibilidad y gestión empresarial. Esta diversidad de perfiles fortalece la capacidad de liderazgo y la ejecución de estrategias transversales en el ámbito técnico, comercial y administrativo.

El proceso de constitución de la compañía requerirá el registro en la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, la obtención del Registro Único de Contribuyentes (RUC), y la autorización sanitaria emitida por la Agencia de Regulación y Control Sanitario (ARCSA), que garantiza el cumplimiento de normas de inocuidad en productos derivados de residuos orgánicos.

Asimismo, la enmienda agrícola deberá ser registrada ante Agrocalidad, bajo la categoría de “enmienda agrícola orgánica”, cumpliendo con los requisitos técnicos de composición, estabilidad y calidad agronómica. Adicionalmente, el emprendimiento se registrará bajo la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva (2023), la cual promueve la valorización de residuos y el fomento de modelos de producción sostenible en el país.

La conformación legal bajo esta modalidad otorga también una serie de ventajas jurídicas y financieras, entre ellas la posibilidad de acceder a líneas de crédito preferenciales, fondos de innovación sostenible y programas de financiamiento verde promovidos por instituciones nacionales e internacionales. Asimismo, el marco jurídico ofrece incentivos tributarios a las empresas que implementan prácticas de economía circular o reducen el impacto ambiental de sus operaciones. De esta manera, la figura legal de Compañía de Responsabilidad Limitada no solo respalda la seguridad jurídica del emprendimiento, sino que también refuerza su compromiso con la sostenibilidad, la formalidad empresarial y el desarrollo responsable del sector agrícola ecuatoriano.

9 Plan de Marketing

9.9 Segmentación y Cuantificación de Mercado

Biocal enfrenta la necesidad estratégica de identificar con precisión el segmento agrícola al cual dirigirá su propuesta de valor como enmienda orgánica. Para cumplir este propósito, se desarrolló un análisis integral basado en tres fuentes de información: datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) a través de la Encuesta de Superficie y Producción

Agropecuaria Continua (ESPAC, 2023), estadísticas del Banco Mundial sobre consumo de fertilizantes y una validación primaria mediante encuestas aplicadas a 30 agricultores de la región Sierra. Esta metodología multinivel permite dimensionar con rigor el potencial real del mercado ecuatoriano para un producto de enmienda orgánica como Biocal.

Desde el enfoque geográfico, el análisis parte de una base nacional de 2,18 millones de hectáreas agrícolas útiles distribuidas en 198.918 Unidades de Producción Agropecuaria (UPAs). Sin embargo, el proyecto concentra su atención estratégica en la región Sierra, específicamente en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua e Imbabura, que representan en conjunto el 30% del total nacional de UPAs, equivalente a 59.675 unidades productivas. Esta selección responde a tres factores clave: la alta prevalencia de cultivos transitorios como hortalizas, tubérculos y maíz que requieren corrección de acidez; la densidad de pequeños y medianos productores con mayor disposición a adoptar soluciones costo-efectivas; y la cercanía geográfica que facilita logística, distribución y servicios de asesoría técnica.

Desde la perspectiva demográfica, los datos de ESPAC indican que el 86% del sector agrícola en esta región está conformado por pequeños productores (menores de 5 hectáreas), quienes representan el 60% del total con 35.805 UPAs, y medianos productores (entre 5 y 20 hectáreas), que corresponden al 26%, con 15.516 UPAs. La relevancia de estos segmentos para Biocal es particularmente alta, ya que trabajan con presupuestos ajustados, cultivan productos de ciclo corto y realizan aplicaciones frecuentes de insumos agrícolas. Al aplicar este filtro al mercado de la Sierra, se obtiene un universo segmentado de 51.321 UPAs con una estructura económica compatible con la propuesta de valor del producto.

El análisis por tipo de cultivo aporta una dimensión técnica fundamental. Los resultados de la encuesta muestran que el 33% de los agricultores se dedica a hortalizas (16.936 UPAs), el 27% a

tubérculos y granos andinos (13.857 UPAs) y el 20% a maíz (10.264 UPAs), totalizando 41.057 UPAs en cultivos prioritarios, equivalentes al 80% del segmento demográfico filtrado. Aún más relevante es que el 67% de los encuestados identificó la acidez del suelo como su problema agronómico principal, lo que reduce el mercado técnico objetivo a 27.508 UPAs con una necesidad plenamente validada. Estos cultivos y problemáticas edáficas se alinean directamente con la propuesta funcional de Biocal, basada en la corrección de pH mediante carbonato de calcio y el aporte de macronutrientes gracias al contenido orgánico del brócoli.

Los hallazgos psicográficos y conductuales refuerzan el potencial real del mercado. La encuesta mostró que el 93% de los agricultores estaría dispuesto a sustituir fertilizantes químicos por alternativas orgánicas si estas demuestran igual eficacia, lo que equivale a 15.110 UPAs potenciales. Asimismo, el 87% considera la efectividad técnica como el factor decisivo de compra (14.135 UPAs), mientras que el 73% otorga alta importancia al impacto ambiental (11.861 UPAs). El indicador más revelador es la intención real de compra: el 59% afirmó estar “probable” o “muy probablemente” dispuesto a adquirir Biocal, equivalente a 16.247 UPAs. Este porcentaje constituye el segmento psicográfico final, ya que representa una predisposición efectiva y no aspiracional hacia la adopción del producto.

La convergencia de estas dimensiones permite identificar un mercado objetivo principal de 16.247 agricultores en la región Sierra, quienes cumplen simultáneamente con los criterios geográficos, demográficos, técnicos y psicográficos ideales para la adopción de Biocal. Este segmento corresponde al 8,17% del total nacional de UPAs y constituye un grupo altamente calificado, con necesidad técnica comprobada, capacidad económica suficiente y una predisposición favorable hacia soluciones orgánicas. Para el primer año de operaciones, se plantea una meta de penetración conservadora del 3% de este mercado, equivalente a 487

clientes activos. Esta meta equilibra la ambición comercial con la capacidad productiva inicial, los tiempos requeridos para la construcción de confianza y la validación del producto en campo, factores especialmente relevantes en un sector con adopción tecnológica gradual.

Para la cuantificación de la demanda, se considera que cada agricultor del segmento objetivo posee en promedio 9,09 hectáreas. Aplicando la tasa de consumo estimada de 4,08 sacos por hectárea y una frecuencia trimestral de compra validada en la encuesta (53% de agricultores aplica insumos cada dos a tres meses), se estima un consumo anual de 148 sacos por UPA. Esta cifra resulta de multiplicar el área promedio (9,09 ha) por la tasa de aplicación (4,08 sacos/ha) y por los cuatro ciclos de compra anuales. Con una base de 487 clientes en el primer año, la demanda estimada asciende a 72.308 sacos de 25 kg, equivalentes a 1.808 toneladas de producto final.

Finalmente, con un precio estratégico de \$7,50 por saco —posicionado entre la cal agrícola (\$6,64) y los compost especializados (\$10–\$12)— los ingresos brutos proyectados alcanzan \$542.313 anuales, o aproximadamente \$45.193 mensuales. Aunque conservadoras, estas cifras confirman la viabilidad comercial del proyecto y establecen una base sólida para escalamiento futuro, especialmente conforme se fortalezca la reputación del producto y aumente la capacidad productiva para atender progresivamente al mercado objetivo de 16.247 agricultores.

Variable	Descripción	%	Total
GEOGRÁFICA			
Superficie agrícola útil Ecuador	Total hectáreas disponibles para insumos	100%	2,180,000.00
UPAs Totales Ecuador	Unidades de Producción Agropecuaria	100%	198,918.00
Zonas Específicas (Región Sierra)			
- Pichincha	Provincia objetivo (UPAs)	12%	23,870.16
- Cotopaxi	Provincia objetivo (UPAs)	8%	15,913.44
- Tungurahua	Provincia objetivo (UPAs)	6%	11,935.08
- Imbabura	Provincia complementaria (UPAs)	4%	7,956.72
Subtotal Zonas Objetivo Sierra		30%	59,675.40
DEMOGRÁFICA			
Población agrícola Sierra	UPAs en región objetivo	30%	59,675.40
Por Tamaño de UPA			
- Pequeños agricultores (< 5 ha)	Pequeños productores	60%	35,805.24
- Medianos agricultores (5-20 ha)	Productores medianos	26%	15,515.60
Subtotal Demográfica	Niveles con mayor potencial de compra	86%	51,320.84
POR TIPO DE CULTIVO			
- Hortalizas	Cultivos prioritarios	33%	16,935.88
- Tubérculos y granos andinos	Cultivos prioritarios	27%	13,856.63
- Maíz	Cultivos complementarios	20%	10,264.17
Subtotal tipo de cultivo		80%	41,056.68
Cultivos con problemas de acidez	Mercado objetivo técnico	67%	27,507.97
Subtotal problemas de acidez		67%	27,507.97
PSICOGRÁFICA Y CONDUCTUAL			
Intención de Compra			
- Sustituirían químicos por orgánicos	Disposición al cambio	93%	15,110.07
- Valoran efectividad técnica	Criterio de compra #1	87%	14,135.23
- Cuidado ambiental muy importante	Conciencia ecológica	73%	11,860.60
- Intención probable/muy probable	Disposición validada en encuesta	59%	16,247.39
Subtotal intencion de compra		59%	16,247.39
TOTAL MERCADO OBJETIVO FINAL			
Mercado Objetivo Principal	Considerando todos los filtros aplicados	8.17%	16,247.39

Tabla 4 Segmentación y Tamaño de Mercado

9.10 Establecimiento de Objetivos de Marketing

Después de haber definido el modelo de negocio y analizado los factores internos y externos del emprendimiento, se procede al establecimiento del plan de marketing orientado a favorecer la introducción de Biocal en el mercado agrícola, fortalecer su identidad como una enmienda orgánica innovadora y generar un flujo creciente y sostenible de clientes. Los objetivos de marketing deben permitir transmitir el valor de la marca, alinear las acciones estratégicas y garantizar el crecimiento comercial del proyecto (Vercheval, 2025)

Objetivo General

Como empresa nueva que introduce una enmienda agrícola orgánica elaborada a partir de cáscara de huevo y rechazos de brócoli, que son compuestos poco conocidos por la mayoría de los agricultores. Es fundamental lograr la introducción efectiva de Biocal en el mercado agrícola ecuatoriano durante los primeros 12 meses, mediante acciones informativas, demostrativas y comerciales que eduquen al productor sobre su origen orgánico y promuevan su adopción como una alternativa sostenible, accesible y eficiente para la mejora de suelos.

Objetivos Específicos

Posicionamiento y reconocimiento de marca

Desarrollar un nivel de visibilidad y reconocimiento de Biocal como una enmienda agrícola orgánica y sostenible dentro del sector agrícola, alcanzando un 3% de recordación asistida en un periodo de un año mediante tácticas de comunicación digital, distribución de material técnico, presencia en ferias agrícolas y alianzas con medios especializados.

Acciones comerciales para adopción inicial

Alcanzar ventas equivalentes a aproximadamente 72.308 sacos de Biocal durante los primeros 12 meses mediante demostraciones en campo, entrega de muestras técnicas, visitas comerciales personalizadas y seguimiento técnico a agricultores interesados.

9.11 Definición de Estrategias

La estrategia consiste en consolidar a Biocal como una enmienda orgánica confiable mediante el fortalecimiento de su respaldo técnico, el mejoramiento progresivo de su capacidad productiva y una comunicación enfocada en sostenibilidad y educación agrícola. Con ello, se busca establecer la presencia del producto en el mercado y construir una percepción sólida y positiva en los agricultores.

10 Marketing Mix (4P's)

10.9 Producto

Biocal es una enmienda orgánica en polvo, elaborada a partir de 60% cáscara de huevo y 40% rechazo de brócoli, ambos ricos en calcio, fósforo y micronutrientes esenciales para la recuperación de suelos agrícolas ácidos. Se presenta en sacos de 25 kg y está diseñada para corregir el pH, mejorar la disponibilidad de nutrientes y fortalecer la productividad en cultivos como papa, maíz, hortalizas y flores. Su formulación responde a un modelo de economía circular, transformando residuos agroindustriales en un insumo sostenible y accesible para agricultores.

Branding

- **Nombre de la marca:** Biocal
- **Identidad de marca:** Enmienda orgánica confiable, sostenible y orientada a la regeneración del suelo.
- **Tagline:** “Nutre tu tierra, regenera tu futuro.”

- **Imagen de marca:** Natural, técnica y cercana al agricultor.

Paleta de colores

Colores primarios

Café Oscuro: Representa la tierra fértil y la base natural desde donde inicia la regeneración del suelo. Este tono comunica estabilidad, conexión directa con el origen orgánico de Biocal y refuerza la esencia agrícola del producto.

Verde Profundo: Simboliza crecimiento, sostenibilidad y agricultura responsable. Evoca el fortalecimiento de los cultivos y la transición hacia prácticas más limpias y eficientes dentro del sector agrícola.

Beige Natural: Hace referencia a la cáscara de huevo, materia prima principal del producto. Su tonalidad suave transmite pureza, naturalidad y el carácter orgánico de la enmienda, reforzando la identidad ecológica de la marca.

Colores Secundarios

Blanco Cálido: Este tono se utiliza como color de apoyo para fondos, áreas de respiro visual y espacios donde se requiere transmitir limpieza, claridad y orden. Su calidez complementa la identidad natural de Biocal, permitiendo que los colores primarios destaquen sin generar contraste excesivo.

Gris Claro: Funciona como un tono neutro para elementos informativos, cuadros, líneas divisorias y secciones técnicas del informe. Su suavidad aporta equilibrio visual y mantiene una estética profesional, facilitando una lectura clara y coherente dentro de la identidad gráfica de la marca.



Ilustración 11 Paleta de Colores

Iconos y Símbolos:

Iconos relacionados con hojas, suelos, ciclos circulares y flechas de regeneración, que representen economía circular, sustentabilidad y mejora continua del suelo. Predominarán formas suaves y redondeadas para comunicar cercanía y confianza hacia el agricultor.

Tipografía

La arquitectura visual de la marca se sostiene sobre una selección tipográfica estratégica, diseñada para equilibrar la legibilidad con el impacto gráfico. Como fuente principal se seleccionó la familia Poppins, una tipografía de estilo geométrico que destaca por su claridad y modernidad. Su elección responde a la necesidad de transmitir información técnica y corporativa de manera limpia, facilitando la lectura tanto en medios digitales como impresos y proyectando una imagen de innovación accesible.

Para complementar esta base y establecer una jerarquía visual clara, se incorporó como tipografía secundaria la fuente Gobold. Este tipo de letra fue elegido específicamente para los

elementos destacados y titulares debido a su firmeza gráfica y alto peso visual. Su estructura robusta permite resaltar la información clave y los llamados a la acción, aportando carácter y fuerza a la identidad global del proyecto.

Tono

La estrategia comunicacional de la marca se ha calibrado para proyectar una personalidad que fusiona tres atributos esenciales: profesionalismo técnico, vocación educativa y una genuina cercanía humana. Para lograrlo, se optará por un registro lingüístico accesible y despojado de tecnicismos innecesarios, privilegiando el uso de ejemplos prácticos que resuenen directamente con la realidad cotidiana del trabajo en campo. El propósito central de esta narrativa no es solo informar, sino empoderar al agricultor: se busca explicar con absoluta claridad las ventajas agronómicas de Biocal, despejar cualquier incertidumbre técnica y, sobre todo, brindar un acompañamiento integral al usuario. De esta forma, la marca deja de ser un simple proveedor para convertirse en un aliado que guía al productor durante su proceso de transición hacia modelos de agricultura más responsables y sostenibles.

Logo

La identidad gráfica central del proyecto se materializa en un imagotipo textual protagonizado por la palabra 'BIOCAL'. Para su construcción, se optó por una estilización basada en la tipografía corporativa primaria, Poppins. La elección de esta fuente no es aleatoria; sus trazos limpios, modernos y de corte minimalista, presentados en mayúsculas, dotan a la marca de una solidez visual y una legibilidad inmediata, cualidades indispensables para destacar en estanterías y medios digitales.

En cuanto a la paleta de colores, el diseño integra una narrativa cromática que fusiona los tonos primarios de la identidad: el café oscuro, que evoca la riqueza del suelo; el verde profundo, símbolo de crecimiento y vida vegetal; y el beige natural, que remite a la pureza del insumo orgánico. La aplicación equilibrada de esta tríada de colores no es meramente estética, sino conceptual: busca representar visualmente el vínculo indisoluble entre la tierra, la sostenibilidad productiva y el origen 100% natural del producto. El resultado es una composición que proyecta una imagen altamente profesional y técnica, manteniendo al mismo tiempo una coherencia visual estricta con los códigos del sector agrícola y orgánico al cual servimos.



Ilustración 12 Logo



Ilustración 13 Prototipo del Producto

Especificaciones

- **Presentación:** Biocal se ofrece en forma de polvo fino, homogéneo y de fácil aplicación al suelo. Esta presentación permite una incorporación uniforme y una acción más rápida en la corrección de acidez.
- **Color:** Tono crema-beige, característico de la mezcla de cáscara de huevo y rechazo de brócoli utilizados como materias primas.
- **Olor:** Suave y neutro, propio de biomateriales deshidratados y estabilizados, sin presencia de aromas fuertes o desagradables.
- **Sabor:** Insípido
- **Composición:** 60% cáscara de huevo, rica en calcio, carbonatos y minerales esenciales. 40% rechazo de brócoli, fuente natural de micronutrientes y materia orgánica. Esta combinación aporta calcio, magnesio, fósforo y elementos menores que mejoran la fertilidad del suelo y favorecen el desarrollo radicular de los cultivos.
- **Peso por unidad:** 25 kg, empacado en sacos resistentes adecuados para el manejo en campo.
- **Uso principal:** Enmienda orgánica destinada a corregir suelos ácidos, elevar el pH y mejorar la disponibilidad de nutrientes en cultivos agrícolas.
- **Compatibilidad:** Puede emplearse de forma independiente o mezclarse con insumos orgánicos como compost, estiércol o biofertilizantes sólidos.
- **Calidad del producto:** Biocal se produce bajo un enfoque de economía circular que garantiza el aprovechamiento adecuado de residuos agroindustriales, asegurando un material estable, libre de impurezas visibles y apto para uso agrícola.

Beneficio para la agricultura

- **Corrección eficiente de acidez:** su alto contenido de calcio ayuda a elevar el pH del suelo y a mejorar su estructura.
- **Aporte nutricional:** provee minerales esenciales que favorecen el crecimiento y vigor de los cultivos.
- **Mejora de la fertilidad:** incrementa la disponibilidad de nutrientes y el desarrollo radicular.
- **Alineado con prácticas sostenibles:** reduce la dependencia de insumos químicos y promueve el uso de productos orgánicos.
- **Modelo de economía circular:** transforma residuos en valor para el agricultor, reduciendo el impacto ambiental.
- **Aplicable a una amplia gama de cultivos:** Biocal puede utilizarse en diversos sistemas agrícolas y es compatible con una gran variedad de cultivos, incluyendo hortalizas, granos andinos, cereales, pastos, flores y cultivos industriales. Su formulación le permite integrarse fácilmente a prácticas de manejo convencional u orgánico, garantizando versatilidad para el agricultor.
- **Seguro para las personas y el medio ambiente:** Biocal es un producto no tóxico y de origen natural, elaborado a partir de cáscaras de huevo y rechazo de brócoli. Su naturaleza orgánica lo hace seguro para los agricultores, los animales y el entorno. Además, al provenir de residuos agroindustriales, contribuye a la reducción de desechos y a la restauración responsable de los suelos.

Modo de Uso

- **Aplicación al Suelo:** Se distribuye Biocal directamente sobre el terreno antes de la siembra o en etapas de preparación del suelo. Posteriormente se incorpora mediante rastra, arado o azadón para favorecer su integración y mejorar la corrección de la acidez. Esta es la forma más eficiente de aprovechar su contenido de calcio y nutrientes.
- **Aplicación en Cobertura:** Biocal puede aplicarse superficialmente alrededor de la planta en cultivos ya establecidos, especialmente en hortalizas, pastos o frutales. La humedad del suelo y el riego ayudarán a su gradual incorporación y a la liberación de nutrientes.
- **Mezcla con Enmiendas Orgánicas:** Puede combinarse con compost, estiércol o biofertilizantes sólidos para mejorar la estructura del suelo y potenciar el aporte de nutrientes. Esta práctica es común en agricultores que trabajan bajo sistemas orgánicos o de transición.
- **Aplicación en Camas o Surcos de Siembra:** En cultivos hortícolas o de ciclo corto, Biocal puede colocarse en la base de las camas o surcos, permitiendo una liberación directa de calcio y nutrientes a la zona radicular durante el desarrollo inicial de la planta.

Dosificación

La dosificación de Biocal varía según el nivel de acidez del suelo y las necesidades nutricionales del cultivo, por lo que se ha establecido una clasificación basada en tres perfiles de agricultores: alto, medio y bajo consumo. Esta segmentación permite orientar la aplicación del producto de manera eficiente y coherente con las condiciones agronómicas reales.

En el caso de los agricultores de alto consumo, que trabajan en suelos fuertemente ácidos (pH menor a 5.0) o en cultivos de alta demanda nutricional como frutales, flores y sistemas tecnificados, la aplicación recomendada oscila entre 1.200 y 2.000 kg por hectárea. Este grupo suele realizar correcciones profundas del suelo, por lo que la finalidad principal es la recuperación de la estructura edáfica y la neutralización marcada de la acidez. Biocal, al contener calcio biodisponible y aporte orgánico, contribuye a equilibrar el pH y mejorar las propiedades fisicoquímicas del suelo en cultivos permanentes o intensivos.

Para los agricultores de consumo medio, cuyos suelos presentan una acidez moderada (pH entre 5.0 y 5.5) y que manejan cultivos de rotación como hortalizas, maíz, papa o pastos, la dosis adecuada se sitúa entre 800 y 1.200 kg por hectárea. Estos productores suelen utilizar sistemas mixtos de manejo (orgánico y convencional), por lo que la aplicación de Biocal se orienta a una corrección progresiva del pH y al mantenimiento de la fertilidad, evitando el deterioro de la actividad microbológica y promoviendo una disponibilidad más equilibrada de nutrientes.

Finalmente, los agricultores de bajo consumo, que trabajan en suelos ligeramente ácidos (pH entre 5.5 y 6.5) o que realizan aplicaciones preventivas en cultivos de ciclo corto o sistemas de baja intensidad, requieren una dosis entre 400 y 800 kg por hectárea. En estos casos, la función del producto es mantener la estabilidad química del suelo, evitar procesos de acidificación futura y aportar calcio de forma complementaria, asegurando así la sostenibilidad del sistema productivo.

La determinación del volumen exacto de Biocal a incorporar en el terreno no es una medida estandarizada; por el contrario, está intrínsecamente condicionada por variables críticas como el grado de acidez actual, la especie vegetal a cultivar y el historial de manejo agronómico

del lote. Con el propósito de asegurar que la enmienda cumpla su función corrección con la máxima eficiencia y precisión, se exhorta encarecidamente a la ejecución previa de un análisis de suelo de laboratorio. Este diagnóstico servirá de base para que un ingeniero agrónomo cualificado emita una prescripción técnica personalizada, ajustada a la realidad productiva de cada finca. Es importante subrayar que los valores sugeridos en este documento constituyen referencias promedio, derivadas de protocolos estándar para la corrección de suelos. En consecuencia, para garantizar la eficacia agronómica, la dosificación final no debe aplicarse de forma genérica, sino que debe calibrarse rigurosamente adaptándose a:

- Análisis de suelo
- Cultivo específico
- Historial de manejo agrícola
- Recomendaciones del técnico responsable.

Presentación

Para la distribución comercial, se ha definido una presentación estándar en sacos de 25 kg. Esta elección no es arbitraria; emplea materiales de alta resistencia diseñados específicamente para soportar la rudeza del manejo en entornos agrícolas y proteger la integridad física del granulado frente a la humedad o rasgaduras. Visualmente, el empaque despliega un diseño limpio y funcional que integra los códigos cromáticos y la identidad de marca, asegurando un reconocimiento inmediato del producto en el punto de venta o en la bodega. Desde una perspectiva operativa, este formato resulta estratégico: facilita la estiba y el almacenamiento eficiente, garantiza la seguridad de la carga durante el transporte y ofrece una ergonomía ideal para la dosificación manual o mecánica en campo. Gracias a estas

características, la presentación logra adaptarse versátilmente a las escalas productivas de todo el espectro de clientes, satisfaciendo los requerimientos tanto de agricultores pequeños como de medianos y grandes empresarios.

Almacenamiento

Para garantizar la preservación integral de las propiedades fisicoquímicas de Biocal, es imperativo establecer un protocolo de almacenamiento riguroso. La normativa técnica exige ubicar el producto en instalaciones secas y con ventilación adecuada, diseñadas específicamente para mitigar los riesgos asociados a la humedad ambiental excesiva. En términos logísticos, se prescribe el estibado de los sacos sobre plataformas elevadas o pallets, una medida indispensable para aislar la carga del contacto directo con el suelo y evitar así la transferencia de humedad por capilaridad. Asimismo, es crucial blindar el inventario contra factores climáticos exógenos, protegiéndolo de la precipitación fluvial, fuentes de agua cercanas y la incidencia prolongada de radiación solar, ya que estos elementos podrían degradar la composición del granulado. El cumplimiento estricto de estas pautas de manejo no solo asegura la estabilidad estructural del material durante su vida útil, sino que garantiza su máxima eficiencia operativa al momento de la aplicación. Cabe señalar, finalmente, que las directrices aquí expuestas constituyen un marco de referencia general; por tanto, la implementación agronómica de Biocal en terreno deberá calibrarse en función de las variables edafoclimáticas y los requerimientos fenológicos específicos de cada cultivo.

10.1.2 Análisis del Empaque de Biocal

Aspecto General

El empaque de Biocal presenta un diseño sencillo y funcional que refuerza de manera directa el origen orgánico del producto. Su apariencia natural se ve complementada por una paleta cromática coherente con la identidad de la marca, donde predomina un tono beige que evoca materiales orgánicos y sostenibles, acompañado de tonos verde profundo destinados a resaltar los elementos principales del diseño. La tipografía empleada es clara y de fácil lectura, facilitando que el agricultor identifique de forma inmediata la información esencial del producto. En conjunto, el diseño del empaque mantiene una coherencia visual con la imagen de marca previamente definida, transmitiendo atributos de sostenibilidad, practicidad y orientación agrícola, lo que contribuye a fortalecer el reconocimiento del producto en el punto de venta y en el entorno rural.

Elementos Clave

- **Logotipo de la Marca:** El logotipo de Biocal está ubicado en la parte superior frontal del empaque, lo que facilita su visibilidad e identificación. El uso de la tipografía Poppins y el ícono de la hoja refuerzan la esencia natural y sostenible del producto.
- **Nombre del Producto:** El nombre “Biocal” aparece en letras grandes y resaltadas, utilizando el color verde profundo para asegurar contraste y fácil reconocimiento dentro de bodegas, agro tiendas y ambientes de campo.
- **Información del Producto:** La información relevante como la composición, el propósito del producto, sus beneficios principales y el peso de 25 kg, está claramente indicada en el

empaquete. La organización del texto permite una lectura rápida y directa, especialmente útil durante la compra o aplicación en campo.

Producto Aumentado: Biocal para la agricultura

La oferta de valor de Biocal trasciende la simple comercialización de una enmienda orgánica en polvo. Se ha diseñado una estrategia holística donde el producto físico se complementa con un ecosistema de servicios y beneficios adicionales, cuyo propósito es acompañar al agricultor en cada fase del manejo edáfico y maximizar el impacto agronómico en el campo.

Como primer nivel de soporte, se ha habilitado una línea de atención directa que democratiza el acceso a la consultoría técnica. A través de los canales oficiales de la marca, los usuarios pueden interactuar con un equipo de técnicos agrícolas capacitados, quienes brindan asesoría personalizada y resuelven dudas operativas en tiempo real, asegurando que la dosificación se ajuste con precisión a las variables del cultivo y del terreno.

Para profundizar en el diagnóstico, el modelo incluye visitas técnicas presenciales. En estas intervenciones, el equipo especialista se traslada 'in situ' a la finca para realizar una evaluación exhaustiva de la estructura del suelo y las condiciones fenológicas del cultivo. Esta inspección visual y técnica permite emitir recomendaciones de aplicación a la medida, optimizando el método de incorporación de la enmienda según la realidad de cada predio.

Un componente crítico de este acompañamiento es el servicio de interpretación de análisis de suelo. Biocal no deja al agricultor solo con datos complejos; ofrece un servicio de orientación para decodificar los reportes de laboratorio, identificando con claridad los niveles de

acidez, la disponibilidad de calcio y los bloqueos nutricionales. Esto transforma un dato frío en una decisión de manejo acertada.

Finalmente, el compromiso de la marca cierra el círculo con un programa de educación continua mediante capacitaciones y talleres prácticos. Estos espacios de transferencia de conocimiento abordan temáticas vitales como la corrección de pH, la gestión sostenible y las buenas prácticas agrícolas, empoderando a los productores para que adopten la tecnología de manera informada, eficiente y responsable.

Programas de Fidelización y Recompensas

Con el objetivo de consolidar una base de clientes estable, se ha diseñado el sistema de fidelización de Biocal, una estrategia que trasciende el descuento simple para integrar beneficios acumulativos basados en el comportamiento de compra recurrente. La mecánica del programa está estructurada para premiar la lealtad: conforme los agricultores aumentan su frecuencia de pedidos o el volumen de adquisición, desbloquean niveles superiores de incentivos. Estos incluyen esquemas de descuentos progresivos, tarifas preferenciales por escala y el acceso exclusivo a promociones diseñadas para coincidir con los picos de las campañas agrícolas estacionales. Más allá de un incentivo económico, este modelo busca validar y recompensar la confianza del productor, cimentando así relaciones comerciales de largo plazo que aseguren la sostenibilidad financiera del proyecto mediante la retención efectiva del cliente.

Asimismo, Biocal incorpora un programa de referidos orientado a la comunidad agrícola. Los agricultores que recomiendan el producto a otros productores pueden recibir incentivos como descuentos adicionales, obsequios de uso agrícola o acceso exclusivo a jornadas de

capacitación. Este mecanismo no solo promueve la expansión orgánica del producto, sino que también refuerza la confianza dentro del entorno rural mediante testimonios reales de agricultores.

Finalmente, se establece un sistema de membresías preferenciales para quienes alcanzan un volumen de compra determinado. Estos agricultores obtienen beneficios diferenciados, entre ellos asesoría técnica prioritaria, materiales educativos especializados y acompañamiento personalizado en campo. Esta membresía permite brindar un servicio más cercano, fortaleciendo el vínculo con los agricultores que integran Biocal como parte continua de su manejo del suelo.

Compromiso con la Sostenibilidad

Biocal incorpora un enfoque sostenible al aprovechar residuos agroindustriales como materia prima principal. El producto se elabora a partir de cáscaras de huevo y rechazo de brócoli, transformando subproductos que normalmente serían desechados en un insumo útil para la agricultura. Este proceso contribuye a reducir la carga de residuos que se destinan a vertederos y genera valor agregado a partir de materiales que tradicionalmente no tienen un uso definido, reforzando así el compromiso del proyecto con la economía circular.

El esquema de manufactura de Biocal se rige por un modelo de producción responsable, diseñado meticulosamente para priorizar la ecoeficiencia. En cada etapa del proceso industrial, se implementan protocolos orientados a minimizar la huella de carbono y optimizar el consumo de recursos energéticos y materiales. Esta filosofía operativa no es accesorio, sino central; garantiza que la elaboración del producto mantenga una coherencia estricta con los principios de bajo impacto y responsabilidad ecológica que constituyen el ADN del proyecto.

De manera complementaria, la estrategia de sostenibilidad se extiende al posconsumo mediante el fomento activo del reciclaje y la reutilización de materiales. Se promueve una gestión inteligente de los residuos, incentivando la disposición correcta de los envases y, específicamente, la reutilización responsable de los sacos dentro de las labores cotidianas de la finca. Este componente educativo busca reducir la acumulación de plásticos en el campo y cimentar una cultura de manejo de materiales en el entorno rural, involucrando al usuario como un agente activo del compromiso ambiental.

En última instancia, Biocal actúa como un catalizador para la transición hacia prácticas agrícolas sostenibles. Gracias a su formulación 100% natural y libre de toxicidad, el producto garantiza una seguridad total para los operarios, la fauna local y los ecosistemas circundantes. Al regenerar la fertilidad del suelo sin la intervención de químicos agresivos, la enmienda no solo corrige la acidez, sino que favorece la restauración biológica del sustrato, promoviendo sistemas de producción agrícola más equilibrados, resilientes y respetuosos con el medio ambiente.

En conjunto, estos elementos permiten que Biocal no solo actúe como una enmienda orgánica efectiva, sino que se consolide como una solución integral para el agricultor, ayudándolo a mejorar la salud del suelo, optimizar la aplicación del producto y avanzar hacia sistemas agrícolas más responsables, eficientes y sostenibles.

10.10 Plaza

De acuerdo con Kotler y Armstrong (2015), la plaza o distribución comprende las actividades mediante las cuales una empresa pone un producto a disposición del consumidor final en el lugar y momento adecuados. Esta variable del marketing involucra decisiones estratégicas orientadas a garantizar que los productos lleguen de forma eficiente, accesible y

oportuna a los usuarios, asegurando cobertura, conveniencia y disponibilidad. En el ámbito agrícola, la distribución adquiere un rol crítico, ya que influye directamente en la confianza del productor, la percepción de credibilidad técnica y la facilidad de abastecimiento continuo.

En el caso de Biocal, se definió un sistema de distribución mixto, conformado por un canal directo y un canal indirecto. Esta estructura permite alcanzar una amplia cobertura territorial al mismo tiempo que se mantiene cercanía con los agricultores, quienes constituyen el público objetivo principal. La combinación de ambos canales fortalece la estrategia comercial de Biocal, especialmente al tratarse de una marca nueva que requiere visibilidad, confianza y facilidad de acceso.

Canal Directo

El canal directo permitirá establecer una relación cercana y personalizada con los agricultores, elemento fundamental para la adopción de un producto nuevo en el mercado. Este tipo de distribución facilita la construcción de confianza, ya que permite explicar de manera clara la función del producto, su origen, sus beneficios y su modo de aplicación. Además, ofrece a la empresa un mayor control sobre el mensaje que recibe el agricultor, garantizando coherencia en la propuesta de valor y reduciendo el riesgo de interpretaciones incorrectas.

La interacción directa con el cliente final no solo fortalece la credibilidad técnica, sino que también facilita la retroalimentación inmediata sobre el desempeño del producto en campo. Esta información es clave para mejorar procesos, ajustar recomendaciones de uso y reforzar la estrategia comercial con base en necesidades reales del mercado agrícola.

Canal Indirecto

El canal indirecto se implementará mediante minoristas especializados, como agro tiendas, que funcionan como puntos de venta consolidados y reconocidos por los agricultores. Este canal amplía la disponibilidad del producto y facilita que Biocal esté presente en los lugares donde los agricultores realizan sus compras habituales, fortaleciendo así la percepción de confianza al estar asociado con establecimientos que ya cuentan con prestigio en el sector.

Utilizar agro tiendas como intermediarios permite alcanzar una cobertura territorial más amplia sin incurrir en altos costos logísticos, lo que representa una ventaja estratégica para una marca nueva que busca posicionarse rápidamente. Asimismo, la presencia del producto en estos puntos de venta incrementa la recordación y facilita la recomendación por parte del personal de la tienda, quienes tienen una influencia directa en la decisión de compra del agricultor. En conjunto, este canal contribuye a acelerar la aceptación del producto y a incrementar su visibilidad dentro del mercado agrícola.

10.11 Promoción

Según Kotler y Armstrong (2021), la promoción está conformada por un conjunto de herramientas denominadas mix promocional, integrado por la publicidad, las ventas personales, la promoción de ventas, las relaciones públicas y el marketing directo. Todas ellas permiten a la empresa informar, persuadir y recordar a su mercado meta sobre los atributos y beneficios de un producto. En el caso de Biocal, al tratarse de una marca nueva dentro del mercado agrícola, estas herramientas deben adaptarse al comportamiento, hábitos y necesidades del agricultor serrano. De acuerdo con los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas, los agricultores confían

principalmente en la información presencial; la asesoría técnica es el factor más influyente en su decisión de compra, mientras que las redes sociales cumplen un papel de soporte complementario. Asimismo, los agricultores valoran profundamente la evidencia visual y los resultados reales en campo, elementos clave que deben guiar el diseño de las estrategias de promoción.

Estrategias de Promoción

Las estrategias promocionales definidas para Biocal se estructuran bajo tres enfoques fundamentales: técnico, digital y presencial, alineándose con los comportamientos y preferencias del público objetivo. La combinación de estos enfoques permite generar credibilidad, reforzar la presencia de marca y facilitar la adopción del producto.

Publicidad

La publicidad es un medio de comunicación cuyo propósito es promover productos, servicios o ideas mediante mensajes diseñados para informar, persuadir y recordar a los consumidores. Su valor radica en que actúa como un puente entre el producto y el público, integrando creatividad y estrategia para obtener resultados medibles en términos de ventas y posicionamiento (CERTUS, 2023).

Publicidad en radio.

La radio continúa siendo uno de los medios más consumidos por agricultores de la Sierra debido a su accesibilidad, su presencia constante en zonas rurales y su credibilidad como fuente de información. A través de cuñas radiales, se presentará Biocal, se comunicarán sus beneficios y

se anunciarán demostraciones de campo. Este formato permite alcanzar una amplia cobertura local y mantener una recordación constante incluso en áreas con limitada conectividad digital.

Publicidad en redes sociales.

Se utilizarán principalmente Facebook y contenido educativo en TikTok. Estos canales permitirán difundir videos con beneficios, aplicaciones reales y testimonios, posicionando a Biocal mediante mensajes claros y segmentados por cantones agrícolas. Además, las redes sociales refuerzan la comunicación tradicional y permiten atraer a agricultores jóvenes o tecnificados.

Publicidad exterior.

Se instalarán vallas publicitarias en zonas agrícolas de alto tránsito como Latacunga, Machachi y Saquisilí. Su presencia física en rutas frecuentadas por agricultores favorece el reconocimiento de marca y la recordación durante los desplazamientos para adquisición de insumos.

Ventas personales

Las ventas personales, definidas como la interacción directa entre la fuerza de ventas y el cliente final, son esenciales para explicar, asesorar y construir relaciones duraderas (Kotler y Armstrong, 2021). En el caso de Biocal, este recurso será el pilar de la promoción debido al alto valor que los agricultores de la Sierra asignan a la asesoría presencial y a la demostración técnica del producto.

Canal directo.

Los visitantes técnicos agrícolas cumplirán un rol clave en generar confianza a través de demostraciones en campo, orientación sobre dosis y acompañamiento en la primera aplicación. Este contacto directo reduce la incertidumbre del productor y facilita la adopción efectiva de la nueva marca.

Canal indirecto.

Los vendedores de agro tiendas recibirán capacitación técnica para conocer el uso, beneficios y dosis recomendada de Biocal. Su formación permitirá que recomienden el producto con seguridad, convirtiéndolos en aliados estratégicos en el punto de venta.

Promoción de ventas

Kotler y Armstrong (2015) definen la promoción de ventas como aquellos incentivos de corto plazo diseñados para estimular la compra inmediata de un producto. En Biocal, esta herramienta será aplicada tanto en el canal directo como en el indirecto.

Canal directo

- **Demostraciones técnicas en campo:** Se organizarán jornadas prácticas donde los agricultores observen el desempeño real del producto. Estas actividades generan confianza, permiten obtener testimonios y fortalecen la percepción de eficacia.
- **Programa de referidos:** Se implementará un sistema donde agricultores que recomienden Biocal recibirán beneficios como descuentos o asistencia técnica gratuita. Este mecanismo aprovecha el boca a boca, una de las herramientas más influyentes en el sector agrícola.

- **Asesoría técnica personalizada:** Se realizarán visitas de diagnóstico para recomendar dosis y aplicaciones específicas. Esto incrementa la percepción de valor y mejora la tasa de recompra.

Canal indirecto

El punto de venta físico influye significativamente en la decisión final del agricultor. Por ello, las acciones estarán orientadas a reforzar la visibilidad, confianza y recordación en el momento de compra.

- **Exhibidor compacto de sacos:** Se colocarán exhibidores de 2 a 3 sacos cerca del mostrador o en pasillos principales para aumentar la visibilidad e incentivar compras impulsivas.
- **Afiches A3 con beneficios clave:** Mensajes directos como “corrige acidez”, “mejora el pH” o “aumenta productividad” facilitarán la comprensión del producto y respaldarán al vendedor en su recomendación.
- **Stopper de góndola:** Se instalarán señaladores llamativos que atraigan la atención entre múltiples alternativas, incrementando el reconocimiento visual de Biocal.
- **Cupones de recompra:** Se distribuirán cupones que ofrezcan beneficios para la siguiente compra, fortaleciendo la fidelización inicial.

Relaciones públicas

Según Molano (2023), las relaciones públicas consisten en gestionar la información de una organización para construir una imagen sólida y confiable ante sus públicos. En Biocal, esta herramienta será clave para legitimar el producto técnica y profesionalmente.

- **Participación en ferias agrícolas:** La presencia en eventos como ExpoFlores u otras ferias cantonales permitirá realizar demostraciones, establecer contactos estratégicos y mostrar evidencia técnica del desempeño del producto.
- **Talleres y charlas técnicas:** Se impartirán capacitaciones sobre manejo del suelo, corrección de acidez y aplicación de Biocal. Estas actividades posicionan a la marca como un actor comprometido con el desarrollo agrícola sostenible.

Marketing directo

De acuerdo con Kotler y Armstrong (2021), el marketing directo se basa en la comunicación personalizada y continua con el consumidor. Para Biocal, esta herramienta es fundamental para mantener atención inmediata, resolver dudas y brindar acompañamiento constante.

- **WhatsApp Business:** Permitirá enviar fichas técnicas, imágenes, videos cortos y coordinar visitas. Además, fortalecerá la postventa y la fidelización.
- **Llamadas telefónicas:** Se utilizarán para seguimiento, resolución de dudas y recordatorios de aplicación, especialmente con agricultores que prefieren la comunicación verbal.
- **SMS de temporada:** Mensajes breves enviados en épocas clave (siembra, fertilización) permitirán comunicar disponibilidad, promociones y recordatorios, asegurando alcance incluso en zonas sin internet.

10.12 Precio

La fijación del precio constituye un elemento fundamental para garantizar la sostenibilidad económica de Biocal y definir su posicionamiento dentro del mercado ecuatoriano de enmiendas y biocompost. Para determinar el precio adecuado, se empleó una combinación de metodologías estratégicas que consideran la estructura completa de costos directos e indirectos, un margen de utilidad coherente con los objetivos financieros del proyecto y un análisis comparativo frente a competidores que comercializan productos similares. Este enfoque integral permite que Biocal sea percibido como un producto seguro, técnicamente respaldado y de calidad superior, diferenciándose de las cales agrícolas tradicionales disponibles en Ecuador.

Fijación de precios basada en el costo

La fijación de precios basada en el costo consiste en establecer el precio final tomando como referencia los costos de producción, distribución y venta, a los cuales se añade un margen que permita cubrir el riesgo asumido por la empresa y asegurar una rentabilidad mínima (Kotler & Armstrong, 2012). En otras palabras, mientras las percepciones del consumidor establecen el precio máximo que estaría dispuesto a pagar, los costos definen el precio mínimo sostenible para la empresa.

Esta metodología resulta especialmente adecuada para Biocal, ya que garantiza la recuperación de la inversión en un producto agrícola innovador formulado a partir de cáscaras de huevo y rechazo de brócoli. Al mismo tiempo, permite mantener un precio competitivo, alineado al enfoque de economía circular que caracteriza al proyecto.

Para estructurar el costo del producto, se consideraron todos los procesos operativos, logísticos y comerciales involucrados, entre ellos:

- **Adquisición y transporte de materia prima orgánica:** Incluye la recolección de cáscaras de huevo provenientes de avícolas y el rechazo de brócoli suministrado por agricultores, así como su traslado hacia la planta de procesamiento.
- **Procesos de compostaje y estabilización:** Comprende la transformación biológica de la materia orgánica mediante compostaje controlado, que garantiza inocuidad, estabilidad y conservación de nutrientes.
- **Proceso de secado y molienda:** Biocal atraviesa un secado mecanizado para preservar sus propiedades y posteriormente se muele hasta obtener un polvo fino apto para envasado.
- **Mano de obra directa:** Considera los costos asociados al equipo operativo responsable del procesamiento, secado, molienda y empaclado del producto.
- **Alquiler de bodega y servicios básicos:** Incluye la infraestructura de almacenamiento y los servicios necesarios para la operación (electricidad, agua, mantenimiento de maquinaria).
- **Empaque y etiquetado:** Comprende la adquisición de sacos de 25 kg, etiquetas técnicas y materiales complementarios que aseguran la integridad del producto.
- **Transporte y distribución:** Incluye los costos logísticos relacionados con el traslado del producto final hacia las agro tiendas que conforman el canal de distribución principal.

Margen de utilidad empleado

Una vez determinados los costos totales, se definió un margen de utilidad coherente con los objetivos financieros del proyecto y las condiciones del mercado agrícola. Con base en el análisis realizado, el precio final de Biocal se establece en \$7,50 por saco de 25 kg, generando un margen bruto del 59,7%, equivalente a una ganancia aproximada de \$4,48 por saco.

Este margen no solo cubre los costos de producción y distribución, sino que también permite financiar acciones estratégicas esenciales para el crecimiento del proyecto, como programas de economía circular, ampliación de la capacidad productiva, inversión en investigación y desarrollo para la mejora del producto, y expansión comercial hacia nuevas zonas agrícolas. De esta manera, el precio fijado asegura sostenibilidad económica, competitividad en el mercado y capacidad de reinversión a largo plazo.

Comparación con el mercado

Un componente clave para validar el precio de Biocal fue la comparación con productos competidores presentes en el mercado ecuatoriano. Para ello se analizaron variables como el tipo de producto ofrecido, su composición, el precio por unidad y la cantidad incluida por saco. Este análisis permitió identificar a los principales competidores y establecer puntos de referencia para garantizar que Biocal se posicione como una alternativa competitiva y diferenciada.

El estudio evidenció que productos como las cales agrícolas tradicionales, compost industriales y enmiendas orgánicas presentan rangos de precios que oscilan entre valores económicos y ofertas premium. En este contexto, Biocal se ubica estratégicamente en un segmento medio-alto, ofreciendo mayor valor por su composición enriquecida, su origen sostenible y el

respaldo técnico que lo acompaña. Gracias a ello, el precio definido permite posicionar al producto como una opción accesible, pero con atributos superiores, fortaleciendo su competitividad frente a alternativas similares.

Competidor	Precio aproximado (kilos)	Puntos de venta	Componentes / composición	Imagen
Ecoabonaza – Pronaca	USD 4 por saco de 23 kg	Tiendas agrícolas y en línea	Alta materia orgánica (61,52%), N (2,73%), P (1,75%), Ca (4,42%)	
Cal agrícola (carbonato de calcio)	USD 6.64 por saco de 25 kg	Tiendas agrícolas y en línea	Carbonato de calcio (CaCO_3), usado como corrector de pH y fuente de calcio.	
Tierra Negra – Cribosol orgánica	USD 12.00 por saco de 25 kg	Tiendas agrícolas y en línea	Materia orgánica descompuesta, nutrientes orgánicos, mejora estructural del suelo.	
BioCompost	USD 10 por saco de 45 kg	Tiendas agrícolas y en línea	Abono orgánico / nutrición de suelos	

Tabla 5 Análisis de la competencia en productos agrícolas

Para complementar el análisis de costos y determinar con precisión el valor real de producción de Biocal, se elaboró una tabla en la que se desglosan los costos indirectos, los costos administrativos, la inversión destinada a promoción comercial y los gastos asociados a la asesoría técnica brindada al cliente. Este desglose permite identificar de manera integral todos los elementos que intervienen en la operación y facilita la obtención del costo total del producto, asegurando una valoración transparente y coherente con la estructura financiera del proyecto.

Componente	Monto USD	% del PVP	Clasificación
Materia prima directa	\$1.40	18.7%	CV
Materia prima indirecta	\$0.51	6.8%	CV
Mano de obra directa	\$0.23	3.1%	MOD
Subtotal Costos Directos	\$2.14	28.5%	
Costos indirectos fabricación	\$0.25	3.4%	CIF
Costos logística y distribución	\$0.42	5.5%	CF
COSTO TOTAL UNITARIO	\$3.02	40.3%	
PRECIO DE VENTA	\$7.50	100%	
MARGEN BRUTO	\$4.48	59.7%	

Tabla 6 Detalle de Costos

El precio final de Biocal se establece en \$7,50 por saco de 25 kg, tomando como referencia un costo real de producción de \$3.02, al cual se aplica un margen bruto del 59,7%. Este valor se justifica al compararse con los precios de la competencia en el mercado ecuatoriano, donde productos como Eco Abonaza de PRONACA se posicionan como referentes por su competitividad y composición nutricional. No obstante, Biocal incorpora atributos diferenciadores que incrementan su valor percibido. Entre estos destaca su mayor porcentaje de compuestos activos, su presentación estándar de 25 kg —más adecuada para pequeños y medianos agricultores— y, especialmente, su elaboración basada en un modelo de economía

circular, al emplear cáscaras de huevo y rechazos de brócoli como materias primas. Esto convierte a Biocal en una alternativa orgánica, sostenible y alineada con las necesidades actuales del sector agrícola ecuatoriano.

Este rango de precios permite que Biocal se posicione como un producto premium accesible, ofreciendo un valor superior frente a compost tradicionales, debido a su contenido elevado de N, P, K y Ca, macronutrientes altamente valorados por los agricultores para la corrección de acidez y la mejora de la fertilidad del suelo. La coherencia del precio con la percepción del consumidor se valida mediante las encuestas aplicadas al público objetivo: los agricultores resaltaron que los factores más importantes en su decisión de compra son el precio y la efectividad técnica del producto, y manifestaron estar dispuestos a pagar hasta \$10 por una enmienda con las características de Biocal. Esto confirma que el precio propuesto de \$7,50 se encuentra dentro de un rango aceptable, competitivo y con una fuerte correspondencia entre valor ofrecido y accesibilidad económica.

En conjunto, la combinación de estrategias empleadas para la fijación del precio otorga a Biocal una posición sólida dentro del mercado agrícola ecuatoriano. En términos de competitividad, el producto ofrece un valor agregado superior a precios accesibles frente a otras enmiendas y compost disponibles. Desde la perspectiva de rentabilidad, el margen bruto del 43,90% garantiza recursos suficientes para la reinversión, la expansión comercial y la mejora continua de procesos. En cuanto a cobertura de costos, la estructura de precios asegura que se cubran íntegramente los costos de producción, distribución y comercialización, manteniendo la sostenibilidad económica del proyecto. Finalmente, en relación con el atractivo del producto, Biocal se presenta como una enmienda orgánica, eficiente y sostenible, respaldada por un modelo de economía circular que lo diferencia claramente tanto de alternativas más económicas

con menor valor nutricional como de productos premium con precios más elevados. Esta combinación convierte a Biocal en una propuesta competitiva, rentable y con alto potencial de aceptación en la región Sierra.

11 Matriz de Marketing

Siguiendo los postulados teóricos de Kotler y Armstrong (2021), la implementación de una matriz de marketing resulta indispensable para orquestar de manera lógica y secuencial las acciones que permitirán alcanzar las metas corporativas. Esta herramienta funge como el instrumento de navegación táctica para Biocal, asegurando que exista una coherencia estricta entre las decisiones operativas diarias y la visión global del proyecto a largo plazo. El Plan de Marketing Operativo constituye el instrumento de ejecución estratégica del proyecto Biocal. Su propósito es traducir las directrices del Marketing Mix en acciones tácticas cuantificables, asignando recursos financieros y responsabilidades específicas para garantizar el cumplimiento de los objetivos comerciales.

La presente matriz se ha estructurado para alcanzar una cuota de mercado del 3%, dentro de las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua e Imbabura. La planificación prioriza la inversión en canales de alta conversión y minimizando la dispersión de recursos.

El presupuesto anual estimado para la ejecución de este plan asciende a \$19.920 USD, cifra que se ajusta a la estructura de costos del proyecto y busca maximizar el retorno sobre la inversión mediante acciones de venta directa y fidelización.

Objetivo Específico	Estrategia (Mix)	Acciones Tácticas Concretas	Frecuencia	Presupuesto Mensual	Presupuesto Anual
<p>1. Captación Directa en Zonas Objetivo</p> <p>Convertir 1950 nuevos clientes en las 4 provincias clave.</p>	<p>Plaza / Venta Directa</p> <p>Focalización geográfica en Pichincha (12%), Cotopaxi (8%), Tungurahua (6%) e Imbabura (4%).</p>	<p>1.1. Ruta Técnica "Zona Centro": Visitas programadas a productores en Latacunga y Ambato para venta por volumen (pallets).</p> <p>1.2. Ruta Técnica "Zona Norte": Activación de clientes en Cayambe, Tabacundo (Pichincha) e Ibarra (Imbabura) enfocada en florícolas y hortalizas.</p> <p>1.3. Muestreo Estratégico: Entrega de 1 saco de prueba solo a líderes zonales que garanticen compra posterior de >20 sacos.</p>	<p>Semanal (Rutas)</p> <p>Mensual (Cierre de zonas)</p>	<p>\$ 850</p> <p><i>(Movilidad técnica + Muestras)</i></p>	<p>\$ 10.200</p>

Objetivo Específico	Estrategia (Mix)	Acciones Tácticas Concretas	Frecuencia	Presupuesto Mensual	Presupuesto Anual
<p>2. Rotación de Inventario en Agrotiendas</p> <p>Asegurar la salida de 6.000 sacos/mes a través del canal indirecto.</p>	<p>Promoción de Ventas</p> <p>Incentivos al canal para empujar el producto frente a la competencia.</p>	<p>2.1. "Plan Socio Biocal": Bonificación de \$0.20 por saco vendido al mostrador de la Agro tienda (incentivo directo al vendedor).</p> <p>2.2. Exhibición de Alto Impacto: Colocación de los exhibidores (sacos verticales) en las 20 agro tiendas con mayor tráfico de Tungurahua y Cotopaxi.</p> <p>2.3. Material POP Técnico: Afiches de dosificación pegados en la zona de caja.</p>	<p>Permanente (Bonificación)</p> <p>Trimestral (Material POP)</p>	<p>**\$ 400**</p> <p><i>(Incentivos variables + reposición de material)</i></p>	<p>\$ 4.800</p>

Objetivo Específico	Estrategia (Mix)	Acciones Tácticas Concretas	Frecuencia	Presupuesto Mensual	Presupuesto Anual
<p>3. Visibilidad Regional Focalizada</p> <p>Generar confianza en el mercado objetivo técnico (27.508 UPAs con acidez).</p>	<p>Publicidad / Comunicación</p> <p>Medios de alta penetración rural en la Sierra.</p>	<p>3.1. Radio Regional: Pauta rotativa en radios de Tungurahua (centro de comercio agrícola) y Radio Latacunga.</p> <p>3.2. Geofencing en Facebook Ads: Anuncios digitales activos solo en un radio de 15km alrededor de las Agrotiendas distribuidoras.</p> <p>3.3. Vallas Publicitarias: Pintado de murales/bardas en vías de acceso a zonas de cultivo en Pichincha.</p>	<p>Mensual (Radio)</p> <p>Permanente (Digital)</p> <p>Trimestral (Murales)</p>	<p>\$ 350</p> <p><i>(Pauta digital y radial optimizada)</i></p>	<p>\$ 4.200</p>

Objetivo Específico	Estrategia (Mix)	Acciones Tácticas Concretas	Frecuencia	Presupuesto Mensual	Presupuesto Anual
<p>4. Retención de Clientes (Recompra)</p> <p>Garantizar que los 487 clientes repitan la compra trimestralmente .</p>	<p>Marketing Relacional / Producto Aumentado</p> <p>Servicio postventa de bajo costo.</p>	<p>4.1. Seguimiento WhatsApp: Recordatorio automático de replicación a los 3 meses de la compra.</p> <p>4.2. "Día del Agricultor Biocal": Sorteo mensual de 5 sacos entre los clientes que envíen foto de sus cultivos usando el producto (vía WhatsApp).</p>	Mensual	<p>\$ 60</p> <p><i>(Costo de premios y gestión de base)</i></p>	\$ 720
TOTALES				\$ 1.660 / mes	\$ 19.920 / año

Tabla 7 Matriz de Marketing

Fundamentación de la Estrategia Operativa

La estrategia operativa diseñada para Biocal se fundamenta en los resultados del análisis de mercado y se articula directamente con los objetivos financieros establecidos para el primer año de ejecución. Cada componente operativo responde a criterios técnicos que permiten optimizar recursos, maximizar la cobertura comercial y garantizar la coherencia entre las acciones planteadas y el comportamiento real del mercado. A continuación, se desarrollan los elementos clave que justifican la estructura del plan operativo.

En primer lugar, la alineación geográfica se sustenta en los resultados de la segmentación territorial, que identifican a Pichincha y Cotopaxi como las provincias con mayor concentración de Unidades de Producción Agropecuaria (UPAs), acumulando el 20% del mercado objetivo. A ellas se suman Tungurahua e Imbabura, que representan otro 10%. Con base en esta distribución, el 60% del presupuesto destinado a movilidad técnica (Acción 1.1) se focaliza exclusivamente en estas zonas priorizadas. Este enfoque evita la dispersión operativa en áreas de baja densidad agrícola y permite dirigir los recursos hacia territorios donde la probabilidad de conversión es significativamente mayor. Al concentrar esfuerzos en el 30% del mercado más accesible, se optimiza el costo de adquisición de clientes y se incrementa la eficiencia de las actividades comerciales y técnicas en campo.

En segundo lugar, la estrategia operativa se articula con el volumen de ventas proyectado, que establece una meta de comercialización anual de 72.308 sacos de Biocal. Para sostener este volumen, resulta indispensable fortalecer la rotación en el canal indirecto, considerando que las agro tiendas son el punto de compra preferido por los agricultores serranos. La acción de Trade Marketing (Acción 2.1) incorpora un esquema de incentivos para la fuerza de ventas de estos establecimientos, convirtiendo al vendedor de mostrador en un recomendado activo del producto.

Este elemento es crítico para competir frente a alternativas tradicionales como la cal agrícola, ya posicionadas en el mercado. De esta manera, la estrategia no solo impulsa las ventas, sino que mejora la tasa de adopción inicial del producto, un aspecto fundamental para una marca nueva dentro del sector agrícola.

En tercer lugar, la estrategia incorpora una estructura presupuestaria flexible, donde el presupuesto base mensual de \$1.660 USD integra componentes variables asociados principalmente a incentivos comerciales. Esta flexibilidad permite que el gasto en promoción se ajuste proporcionalmente al crecimiento de las ventas, funcionando como un costo variable más que como un gasto fijo. Esta característica reduce el riesgo financiero para Biocal y permite que la inversión en marketing evolucione en función del desempeño comercial real, protegiendo el flujo de caja durante las primeras etapas del proyecto.

Finalmente, la estrategia operativa se enfoca en un mercado técnicamente definido, compuesto por 27.508 UPAs que presentan problemas de acidez del suelo. La comunicación en radio y medios digitales (Acción 3) se construye específicamente para este segmento, alejándose de mensajes genéricos y priorizando una promesa técnica directa: corrección de suelos ácidos y aporte nutricional. Este enfoque especializado permite captar la atención del 67% de agricultores que enfrentan esta problemática, aumentando la efectividad de las campañas y mejorando la tasa de conversión. Al comunicar desde una necesidad técnica concreta, Biocal se posiciona como una solución relevante y diferenciada.

En conjunto, estos elementos no solo justifican la estructura operativa propuesta, sino que también aseguran su coherencia con el comportamiento del mercado, la capacidad financiera del proyecto y los objetivos de penetración establecidos para el primer año.

12 Presentación del Video Comercial del Prototipo de Biocal

Se desarrolló un video comercial que muestra de manera clara, visual y técnica las principales características del prototipo de Biocal, su origen, sus componentes y los beneficios que aporta al suelo agrícola. Este material audiovisual forma parte de la estrategia de presentación del producto y permite transmitir, de forma dinámica y comprensible, el concepto de la enmienda orgánica elaborada a partir de cáscara de huevo y rechazo de brócoli.

El video resume la propuesta de valor del proyecto, facilita la comprensión del proceso productivo y refuerza la imagen de Biocal como una solución sostenible, accesible y técnicamente respaldada. Asimismo, se convierte en un recurso clave para ferias agrícolas, visitas de campo, presentaciones técnicas y estrategias de comunicación digital dirigidas al agricultor.

Para revisar el video completo, se ha habilitado un enlace de acceso directo a través de la plataforma OneDrive, donde se puede visualizar y descargar el material según se requiera para fines técnicos, académicos o de presentación del proyecto.

- [Presentación Comercial de Prototipo Biocal](#)



Ilustración 14 Video Comercial de Biocal

13 Evaluación Financiera

El análisis financiero evalúa la viabilidad de Biocal, una enmienda orgánica para corrección de pH en suelos de la Sierra ecuatoriana, producida a partir de residuos agroindustriales. El proyecto se analiza en un horizonte de cinco años, suficiente para consolidar mercado, validar resultados agronómicos y capturar economías de escala, partiendo de una penetración conservadora del 3% del mercado objetivo. El modelo de negocio se sustenta en la eliminación del costo de materia prima principal, un precio intermedio competitivo frente a alternativas convencionales y especializadas, y la diferenciación por certificación orgánica, lo que permite márgenes brutos elevados sin excluir al pequeño y mediano agricultor.

Las proyecciones consideran un entorno macroeconómico favorable, con crecimiento anual del sector del 9% y costos indexados a una inflación moderada del 3.2%. El precio de venta se mantiene constante para reforzar estabilidad y confianza en el mercado, compensando la ausencia de ajustes inflacionarios mediante mejoras operativas. En lo operativo-financiero, se adopta una política prudente de crédito y pagos que equilibra competitividad comercial y control del capital de trabajo, el cual se calcula con base en el déficit máximo acumulado para cubrir estacionalidad y desfases de caja, incorporando además un margen de seguridad.

La estructura de financiamiento prioriza deuda sobre capital propio para aprovechar el escudo fiscal y maximizar la rentabilidad del inversionista. El WACC resultante refleja adecuadamente el riesgo del proyecto y se ubica muy por debajo de la rentabilidad esperada, evidenciando creación significativa de valor. Las políticas contables y de depreciación siguen la normativa ecuatoriana, con criterios conservadores que fortalecen el escudo fiscal en los años de mayor generación de utilidades. Finalmente, la estrategia de crecimiento combina alianzas con distribuidores, ventas directas a cooperativas y marketing focalizado, permitiendo un crecimiento

acelerado en los primeros años y una posterior convergencia hacia tasas sostenibles, respaldadas por una capacidad instalada diseñada para evitar cuellos de botella sin incurrir en sobreinversión temprana.

Categoría	Variable	Valor	Fuente/Justificación
Mercado	Cuota inicial	3%	Meta de penetración
	Crecimiento ventas	9% anual	SRI (2024) sector fertilizantes
	Precio venta	\$7.50/saco	Posicionamiento intermedio
	Mercado objetivo	16,247 agricultores	Segmentación validada encuestas
Costos	Crecimiento costos/gastos	3.2% anual	INEC (2025) inflación proyectada
	Materia prima	\$1.40/saco	Costo actual brócoli
	Costo unitario total	\$3.02/saco	Costeo por absorción
Operaciones	Capacidad mensual	6,026 sacos	96% utilización año 3
	Ciclo productivo	7 días	Proceso industrial continuo
	Inventario objetivo	30 días	Producción contra pedido
Políticas Comerciales	Ventas contado	50%	Agricultores directos
	Ventas crédito	50% a 30 días	Distribuidores/cooperativas
	Cuentas por pagar	100% a 30 días	Proveedores industriales
Financiamiento	Capital propio	30%	\$28,982
	Deuda largo plazo	70%	\$67,625
	Tasa interés	11.50% anual	Bco. Pichincha crédito
	Plazo	5 años	60 cuotas mensuales
	Cuota mensual	\$1,487.24	Amortización francesa
Evaluación	Tasa libre riesgo	3.50%	T-bonds USA 10 años (31/12/24)
	Rendimiento mercado	11.81%	S&P 500 retorno 5 años
	Beta desapalancada	0.96	Sector agroindustrial
	Beta apalancada	2.04	Ajustada estructura D/E=2.33
	Riesgo país Ecu	8.16%	EMBI spread BCE (31/12/24)
	WACC	15.86%	Costo promedio ponderado
	CAPM	35.75%	Costo capital propio
	Escudo fiscal	36.25%	IR 25% + PT 15%
Capital Trabajo	Método cálculo	Déficit acumulado máximo	Proyección flujos 18 meses
	Monto	\$28,467	1.8 meses costos operacion
Depreciación	Maquinaria	10% anual	Normativa tributaria Ecuador
	Vehículos	20% anual	Normativa tributaria Ecuador
	Equipos computos	33.33% anual	Normativa tributaria Ecuador
	Total anual	\$3,015	Método línea recta
Amortización	Intangibles	20% anual	\$840 durante 5 años
Horizonte	Período evaluación	5 años	2025-2029

Tabla 8 Resumen de Supuestos Clave de Evaluación

13.1. Segmentación y Cuantificación del Mercado

La convergencia de todos los niveles de segmentación permite identificar un mercado objetivo principal de 16,247 agricultores en la región Sierra que reúnen simultáneamente las características geográficas, demográficas, técnicas y psicográficas ideales para la adopción de Biocal. Este segmento representa el 8.17% del total nacional de UPAs, constituyendo un grupo altamente calificado con necesidad técnica comprobada, capacidad económica suficiente y predisposición favorable hacia soluciones orgánicas. Para el primer año de operaciones, el proyecto establece una meta de penetración conservadora del 3% de este mercado objetivo, equivalente a 487 clientes activos. Esta cifra refleja un enfoque prudente que balancea ambición comercial con realismo operativo, considerando las limitaciones de capacidad productiva inicial, el tiempo requerido para construir confianza en un sector tradicionalmente cauteloso ante nuevas tecnologías, y la necesidad de validar la efectividad del producto en campo antes de escalar agresivamente.

En términos de cuantificación de demanda, cada agricultor promedio en el segmento objetivo posee 9.09 hectáreas y, aplicando la tasa de consumo de 4.08 sacos por hectárea con una frecuencia de compra trimestral validada por la encuesta (53% aplica insumos cada 2-3 meses), se estima un consumo anual de 148 sacos por UPA. Esta cifra resulta de multiplicar el área promedio (9.09 ha) por la tasa de aplicación (4.08 sacos/ha) y por los cuatro trimestres del año, considerando que el patrón dominante de compra en el sector es cada tres meses. Con una base de 487 clientes en el primer año, la demanda total alcanza 72,308 sacos de 25 kg, equivalentes a 1,808 toneladas de producto terminado. Con un precio de venta estratégico de \$7.50 por saco—posicionado competitivamente entre la cal agrícola (\$6.64) y los compost especializados (\$10-12)—esto se traduce en ingresos brutos proyectados de \$542,313 USD anuales o \$45,193 USD

mensuales. Estas cifras, aunque conservadoras, validan la viabilidad comercial del emprendimiento y establecen una base sólida para el crecimiento sostenido en años subsecuentes, con potencial de expansión hacia el mercado objetivo completo de 16,247 agricultores conforme se consolide la reputación del producto y se amplíe la capacidad

TOTAL MERCADO OBJETIVO FINAL			
Mercado Objetivo Principal	Considerando todos los filtros aplicados	8.17%	16,247
DEMANDA AÑO 1			
Cuota de mercado esperada	Penetración objetivo-conservadora (clientes)	3.00%	487
Frecuencia de Compra			
- Aplicación cada 2-3 meses	Patrón de compra trimestral (encuestas)		
Consumo promedio/agricultor/año	Basado en 9.09 ha × 4.08 sacos/ha × 4 trimestres	148	72308
Toneladas totales año 1			1808
INGRESOS PROYECTADOS AÑO 1			
Precio de venta por saco	Según estrategia de precio		\$7.50
Ingresos anuales	72,308 sacos × \$7.5		\$542,313
Ingresos mensuales promedio	Ingresos anuales ÷ 12		\$45,193

Tabla 9 Convergencia de Segmentación

13.2 Costeo Unitario Detallado

Para la determinación de los costos se calculó cada uno de los insumos necesarios para el proceso productivo hasta llegar al producto final: un saco de 25 kg de Biocal. El costo final por unidad considera materia prima directa e indirecta, mano de obra, costos indirectos de fabricación y logística. Se toma en cuenta una tasa de crecimiento de costos estimada del 3.2% anual, alineada con proyecciones inflacionarias INEC (2025).

Componente	Monto USD	% del PVP	Clasificación
Materia prima directa	\$1.40	18.7%	CV
Materia prima indirecta	\$0.51	6.8%	CV
Mano de obra directa	\$0.23	3.1%	MOD
Subtotal Costos Directos	\$2.14	28.5%	
Costos indirectos fabricación	\$0.25	3.4%	CIF
Costos logística y distribución	\$0.42	5.5%	CF
COSTO TOTAL UNITARIO	\$3.02	40.3%	
PRECIO DE VENTA	\$7.50	100%	
MARGEN BRUTO	\$4.48	59.7%	

Tabla 10 Estructura de Costo por Saco de 25 kg

La estructura de costos evidencia una ventaja competitiva estructural basada en la valorización de residuos industriales. La materia prima directa representa \$1.40 por saco, concentrándose exclusivamente en el rechazo de brócoli (\$0.14/kg), mientras la cáscara de huevo no genera costo de adquisición al provenir de subproductos sin valor comercial. La materia prima total alcanza \$1.91, equivalente al 25.5% del precio de venta.

El costo unitario final de \$3.02 genera un margen bruto de 59.7% (\$4.48/saco), significativamente superior al promedio del sector agroindustrial (25-35%). Esta rentabilidad se fundamenta en tres pilares: eliminación de costos de materia prima principal mediante aprovechamiento de residuos, economías de escala en procesamiento industrial, y precio estratégico de \$7.50 que mantiene competitividad frente a cal agrícola (\$6.64) y compost especializado (\$10-12).

13.3 Gastos Generales

Para la estimación de los gastos operacionales, administrativos y costos indirectos de fabricación se consideró una tasa de crecimiento del 3.2% anual, alineada con la inflación

pronosticada según INEC. Los gastos totales ascienden a \$69,867 anuales o \$5,822 mensuales, distribuidos en tres categorías principales.

Concepto	Monto Mensual	Clasificación	Monto Anual
GASTOS OPERACIONALES			
Arriendo planta industrial	\$650.00	OPERACIONAL	\$7,800
Servicios básicos	\$320.00	OPERACIONAL	\$3,840
Suministros de oficina	\$45.00	OPERACIONAL	\$540
Combustible y mantenimiento vehículo	\$180.00	OPERACIONAL	\$2,160
Teléfono y comunicaciones	\$65.00	OPERACIONAL	\$780
Publicidad y marketing	\$1,660.00	OPERACIONAL	\$19,920
Subtotal Gastos Operacionales	\$2,920		\$35,040
COSTOS INDIRECTOS FABRICACIÓN			
Mantenimiento y reparaciones	\$120.00	C.I.F	\$1,440
Seguro maquinaria y planta	\$254.17	C.I.F	\$3,050
Subtotal C.I.F	\$374		\$4,490
GASTOS ADMINISTRATIVOS			
Honorarios contador externo	\$180.00	ADMINISTRATIVO	\$2,160
Asesoría legal	\$80.00	ADMINISTRATIVO	\$960
Permisos y licencias MAG	\$50.00	ADMINISTRATIVO	\$600
Material seguridad industrial	\$55.00	ADMINISTRATIVO	\$660
Logística	\$2,163.08	ADMINISTRATIVO	\$25,957
Subtotal Gastos Administrativos	\$2,528		\$30,337
TOTAL GASTOS GENERALES	\$5,822		\$69,867

Tabla 11 Gastos Generales Proyectados

Los gastos operacionales representan el 50.1% del total, concentrados principalmente en publicidad y marketing (\$19,920 anuales), esenciales para penetración de mercado inicial. Los gastos administrativos alcanzan el 43.4%, donde la logística absorbe \$25,957 anuales por distribución en la región Sierra. Los costos indirectos de fabricación mantienen un perfil bajo con 6.4% del total.

13.4 Estructura de Nómina

La estructura de personal contempla 8 colaboradores con un costo total de \$65,400 anuales incluyendo beneficios de ley. Los operarios de planta representan el 30.3% del costo de nómina, reflejando la naturaleza industrial del proyecto. El crecimiento proyectado de 3.2% anual considera ajustes salariales indexados a inflación.

Cargo	Cantidad	Sueldo Mensual	Costo Anual
Gerente General	1	\$1,200.00	\$14,400
Responsable de Producción	1	\$900.00	\$10,800
Operarios de planta (2 turnos)	3	\$550.00	\$19,800
Vendedores	2	\$600.00	\$14,400
Asistente administrativo	1	\$500.00	\$6,000
Total Nómina	8	\$4,300	\$65,400

Tabla 12 Personal y Remuneraciones

13.5 Inversión Inicial

La inversión inicial del proyecto Biocal asciende a un total de \$96.607, monto que ha sido estructurado para garantizar el inicio adecuado de las operaciones productivas, administrativas y comerciales del emprendimiento. Esta inversión se distribuye estratégicamente en tres componentes principales: activos fijos productivos, activos intangibles y capital de trabajo.

En primer lugar, la inversión en Propiedad, Planta y Equipo (PPE) alcanza un valor de \$63.940, correspondiente a la adquisición de maquinaria, equipos de procesamiento, herramientas, infraestructura productiva y demás activos físicos necesarios para la elaboración, secado, molienda y empaque de la enmienda agrícola. Estos activos constituyen la base operativa

del proyecto y permiten asegurar una producción eficiente y controlada desde el inicio de las actividades.

Por otro lado, la inversión en activos intangibles, estimada en \$4.200, contempla gastos asociados a registros, permisos, desarrollo de marca, diseño de identidad visual, estudios técnicos y otros elementos no físicos que resultan indispensables para la formalización, posicionamiento y operación legal del producto en el mercado agrícola ecuatoriano.

Finalmente, se destina un monto de \$28.467 al capital de trabajo, el cual permitirá cubrir las necesidades operativas del proyecto durante los primeros meses de funcionamiento. Este rubro incluye la compra inicial de materia prima, gastos logísticos, costos de operación, pagos de mano de obra y otros desembolsos necesarios para mantener la continuidad del proceso productivo y comercial antes de alcanzar un flujo de ingresos estable.

En conjunto, esta estructura de inversión inicial ha sido diseñada para asegurar la viabilidad técnica, operativa y financiera del proyecto Biocal, permitiendo una puesta en marcha ordenada, sostenible y alineada con las proyecciones de crecimiento establecidas en el plan financiero.

Ítem	Cuenta	Cantidad	Costo Unit.	Costo Total
INFRAESTRUCTURA				
Acondicionamiento planta	Edificios	1	\$3,500	\$3,500
MAQUINARIA INDUSTRIAL				
Lavadora tambor rotatorio	Maquinaria	1	\$1,600	\$1,600
Secador rotatorio industrial	Maquinaria	1	\$3,000	\$3,000
Molino de martillos	Maquinaria	1	\$3,000	\$3,000
Mezcladora doble cinta	Maquinaria	1	\$5,000	\$5,000
Ensacadora automática	Maquinaria	1	\$4,500	\$4,500
Bandas transportadoras	Maquinaria	1	\$4,000	\$4,000
Subtotal Maquinaria				\$21,100
COSTOS DE IMPORTACIÓN				
Flete internacional	Importación	1	\$3,000	\$3,000
Aranceles	Importación	1	\$1,400	\$1,400
Agente de aduanas	Importación	1	\$800	\$800
Transporte interno	Importación	1	\$700	\$700
IVA	Importación	1	\$3,700	\$3,700
Instalación	Importación	1	\$2,500	\$2,500
Repuestos iniciales	Importación	1	\$2,500	\$2,500
Subtotal Importación				\$14,600
EQUIPO COMPLEMENTARIO				
Balanza digital 500kg	Equipo	2	\$380	\$760
Estanterías metálicas	Equipo	8	\$120	\$960
Carretillas hidráulicas	Equipo	3	\$280	\$840
Herramientas manuales	Equipo	1	\$450	\$450
Indumentaria seguridad	Equipo	8	\$85	\$680
Extintores y señalética	Equipo	1	\$350	\$350
Subtotal Equipo				\$4,040
TECNOLOGÍA Y OFICINA				
Computadoras	Eq. Comp.	2	\$650	\$1,300
Impresora multifunción	Eq. Comp.	1	\$280	\$280
Software contable	Software	1	\$420	\$420
Muebles oficina	Muebles	1	\$850	\$850
Subtotal Tecnología				\$2,850
VEHÍCULO				
Camioneta	Vehículos	1	\$15,000	\$15,000
INVERSIÓN TOTAL PPE				\$61,090

Tabla 13 Detalle de Inversión en Activos

Concepto	Clasificación	Monto
Constitución legal	Gastos Const.	\$1,500
Registro sanitario MAG	Permisos	\$850
Permisos ambientales	Permisos	\$650
Diseño marca y etiquetas	Marketing	\$1,200
Total Intangibles		\$4,200

Tabla 14 Inversión Preoperativa

13.6 Capital de Trabajo

El capital de trabajo de \$28,467 fue calculado mediante el método del déficit acumulado máximo, cubriendo los requerimientos de efectivo para operar durante los primeros meses hasta alcanzar punto de equilibrio operativo. Este monto financia inventarios de materia prima, cuentas por cobrar, y mantiene reserva para gastos operacionales inmediatos.

13.7 Estructura de Financiamiento

Para la puesta en marcha del proyecto Biocal se ha estructurado un esquema de financiamiento externo por un monto de \$67.625, el cual permitirá cubrir una parte significativa de la inversión inicial requerida para el inicio de las operaciones. Este financiamiento se ha proyectado bajo condiciones acordes al mercado de crédito productivo del sector agroindustrial ecuatoriano.

El crédito se otorga con una tasa de interés anual del 11,50%, considerada competitiva y alineada con las condiciones vigentes para proyectos productivos con enfoque sostenible. El

plazo de financiamiento es de cinco años, período que permite una adecuada distribución de la carga financiera en función del crecimiento progresivo de los ingresos del proyecto.

El esquema contempla pagos mensuales, con una cuota fija de \$1.487,24, lo cual facilita la planificación del flujo de caja y asegura estabilidad en el cumplimiento de las obligaciones financieras. Esta estructura resulta adecuada para un proyecto industrial en etapa inicial, ya que permite absorber el servicio de la deuda sin comprometer la operatividad ni la liquidez del negocio.

La estructura global de financiamiento establece una relación deuda/capital de 2,33, nivel considerado aceptable y manejable para emprendimientos industriales con flujos proyectados estables y crecimiento progresivo. Este apalancamiento financiero permite maximizar el uso del capital propio, acelerar la puesta en marcha del proyecto y mejorar el retorno sobre la inversión, manteniendo un riesgo financiero controlado.

En conjunto, las condiciones del financiamiento se consideran coherentes con la naturaleza del proyecto Biocal, su modelo operativo y su proyección de ingresos, contribuyendo a la sostenibilidad financiera y al cumplimiento de los objetivos estratégicos planteados.

Fuente	Porcentaje	Monto
Capital Propio	30.00%	\$28,982
Deuda L/P	70.00%	\$67,625
Total	100%	\$96,607
Razón Deuda/Capital	2.33	

Tabla 15 Composición del Capital

13.8 Estado de Resultados

El análisis vertical del estado de resultados, expresado como porcentaje sobre las ventas, permite evaluar la evolución de la estructura de costos y la rentabilidad del proyecto Biocal a lo largo del período analizado. Los resultados evidencian una mejora progresiva y significativa en los indicadores financieros conforme se consolida la operación productiva.

Durante el primer año, el costo de los productos vendidos representa el 81,7% de las ventas, reflejando una estructura altamente intensiva en costos debido a la baja escala productiva inicial. Como consecuencia, la utilidad bruta se sitúa apenas en el 18,3%, mientras que el margen neto alcanza un valor negativo de -66,2%, generando una pérdida operativa de \$103.249. Este comportamiento se explica principalmente porque el volumen de ventas del primer año, estimado en 20.792 unidades, se encuentra por debajo del punto de equilibrio, calculado en 39.460 unidades, situación común en proyectos industriales durante su etapa de introducción.

A partir del segundo año, se observa un cambio estructural relevante. El incremento en el volumen de ventas permite una mejor absorción de los costos fijos, reduciendo el peso del costo de los productos vendidos hasta niveles cercanos al 36,0%, lo que representa una mejora sustancial frente al primer año. En consecuencia, la utilidad bruta se incrementa hasta el 64,0%, reflejando una mayor eficiencia operativa y productiva. Este ajuste permite que el proyecto supere el punto de equilibrio y alcance rentabilidad sostenida desde el segundo año de operación.

El margen neto muestra una evolución positiva, pasando de valores negativos en el primer año a un 28,7%, consolidando la viabilidad financiera del proyecto. La utilidad neta presenta un crecimiento del 91,9% en el segundo año, resultado del aumento en ventas y del control progresivo de los costos. Posteriormente, el crecimiento de la utilidad se estabiliza con

incrementos promedio del 21% anual, evidenciando un comportamiento financiero saludable y consistente con un negocio industrial en etapa de maduración.

En síntesis, el análisis vertical confirma que el proyecto Biocal enfrenta una fase inicial de pérdidas asociadas a la baja escala productiva; sin embargo, demuestra una rápida transición hacia la rentabilidad una vez superado el punto de equilibrio, validando la solidez del modelo operativo y financiero planteado.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	\$155,938	\$429,941	\$602,118	\$679,944	\$767,829
Costo productos vendidos	\$127,453	\$201,880	\$237,230	\$258,923	\$276,712
UTILIDAD BRUTA	\$28,484	\$228,061	\$364,888	\$421,020	\$491,117
Gastos sueldos	\$59,712	\$65,691	\$66,774	\$69,840	\$72,015
Gastos generales	\$60,937	\$62,887	\$64,899	\$66,976	\$69,119
Gastos depreciación	\$3,015	\$3,015	\$3,015	\$3,015	\$3,015
Gastos amortización	\$840	\$840	\$840	\$840	\$840
UAI	-\$96,020	\$95,629	\$229,359	\$280,349	\$346,128
Gastos intereses	\$7,229	\$5,941	\$4,498	\$2,879	\$1,064
UAI	-\$103,249	\$89,687	\$224,862	\$277,471	\$345,064
15% Participación trabajadores	\$0	\$13,453	\$33,729	\$41,621	\$51,760
Utilidad antes impuestos	-\$103,249	\$76,234	\$191,132	\$235,850	\$293,304
25% Impuesto renta	\$0	\$19,059	\$47,783	\$58,962	\$73,326
UTILIDAD NETA	-\$103,249	\$57,176	\$143,349	\$176,887	\$219,978

Tabla 16 Estado de Resultados Proyectado Anual

13.9 Balance General

El efectivo negativo en años 1-2 evidencia el déficit operativo inicial, revertido en año 3 con \$37,603 y creciendo hasta \$389,662 en año 5. La deuda de largo plazo se amortiza completamente al año 5, liberando flujo de caja. El patrimonio presenta recuperación desde año 3, alcanzando \$523,124 al cierre del período proyectado.

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
ACTIVOS	\$97,786	-\$9,245	\$45,160	\$178,882	\$343,656	\$535,281
Corrientes	\$29,646	-\$69,697	-\$7,604	\$133,806	\$306,268	\$505,582
Efectivo	\$29,336	-\$125,620	-\$89,227	\$37,603	\$198,883	\$389,662
Cuentas por cobrar	\$0	\$13,965	\$21,617	\$26,137	\$29,515	\$33,330
Inventarios MP	\$0	\$38,234	\$54,200	\$63,497	\$70,683	\$78,672
Inventarios suministros	\$310	\$3,724	\$5,806	\$6,569	\$7,188	\$3,918
No Corrientes	\$68,140	\$60,452	\$52,764	\$45,076	\$37,388	\$29,700
PPE	\$63,940	\$63,940	\$63,940	\$63,940	\$63,940	\$63,940
Depreciación acumulada	\$0	\$6,848	\$13,696	\$20,544	\$27,392	\$34,241
Intangibles	\$4,200	\$4,200	\$4,200	\$4,200	\$4,200	\$4,200
Amortización acumulada	\$0	\$840	\$1,680	\$2,520	\$3,360	\$4,200
PASIVOS	\$68,804	\$65,022	\$62,250	\$52,624	\$40,510	\$12,157
Corrientes	\$1,179	\$8,015	\$17,150	\$20,872	\$23,727	\$12,157
Proveedores	\$1,179	\$7,075	\$11,449	\$12,528	\$13,708	\$0
Sueldos por pagar	\$0	\$940	\$940	\$940	\$940	\$940
Impuestos por pagar	\$0	\$0	\$4,761	\$7,405	\$9,079	\$11,217
No Corrientes	\$67,625	\$57,006	\$45,101	\$31,751	\$16,783	\$0
Deuda L/P	\$67,625	\$57,006	\$45,101	\$31,751	\$16,783	\$0
PATRIMONIO	\$28,982	-\$74,267	-\$17,091	\$126,258	\$303,146	\$523,124
Capital	\$28,982	\$28,982	\$28,982	\$28,982	\$28,982	\$28,982
Utilidades retenidas	\$0	-\$103,249	-\$46,073	\$97,276	\$274,164	\$494,142

Tabla 17 Estado de Situación Financiera Proyectado

13.10 Punto de Equilibrio

El año 1 presenta déficit de 18,668 unidades respecto al punto de equilibrio, explicando la pérdida operativa. A partir del año 2, las ventas superan ampliamente el P.E., generando márgenes crecientes de seguridad: 38.3% (año 2), 96.9% (año 3), hasta 138.5% (año 5).

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cantidad proyectada ventas	20,792	55,548	75,381	82,485	90,258
P.E. contable (unidades)	39,460	40,109	38,290	38,576	37,849
P.E. (dólares)	\$295,948	\$310,444	\$305,849	\$317,990	\$321,986
Déficit año 1	-18,668				

Tabla 18 Análisis de Punto de Equilibrio

13.11 Indicadores de Rentabilidad - Identidad DuPont

El ROE negativo en año 2 (-334.5%) refleja patrimonio negativo transitorio. La normalización desde año 3 muestra ROE del 113.5%, decreciendo a niveles sostenibles del 42% en año 5 conforme crece la base patrimonial. El ROA mantiene tendencia positiva, indicando uso eficiente de activos operativos.

Indicador	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Margen neto (UN/Ventas)	-66%	13%	24%	26%	29%
Rotación activos	-16.87	9.52	3.37	1.98	1.43
Multiplicador capital	0.12	-2.64	1.42	1.13	1.02
ROE	139.0%	-334.5%	113.5%	58.4%	42.1%
ROA	1116.8%	126.6%	80.1%	51.5%	41.1%

Tabla 19 Análisis DuPont

13.12 Tasas de Descuento

El WACC del 15.86% representa el costo promedio ponderado de capital, utilizado para descontar flujos del proyecto. El CAPM del 35.75% refleja el retorno exigido por inversionistas considerando riesgo sistemático y riesgo país, aplicado para evaluar flujos del inversionista.

Parámetro	Valor
Tasa libre de riesgo	3.50%
Rendimiento del mercado	11.81%
Beta desapalancada	0.96
Beta apalancada	2.04
Riesgo país Ecuador	8.16%
Razón Deuda/Capital	2.33
Costo deuda actual	11.50%
Escudo fiscal	36.25%
WACC	15.86%
CAPM	35.75%

Tabla 20 Parámetros de Evaluación

13.13 Evaluación Financiera – Escenario Base

El VAN positivo de \$15,507 para el proyecto y \$198,514 para el inversionista valida la viabilidad financiera de ambas alternativas. La TIR del 38.84% supera ampliamente el WACC (15.86%), generando valor. El índice de rentabilidad de 2.89 indica que por cada dólar invertido se recuperan \$2.89 en valor presente. El payback de 3.24 años permite recuperación de inversión en primera mitad del horizonte proyectado.

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo Proyecto	-\$97,476	-\$139,729	\$52,085	\$143,047	\$178,083	\$359,628
Flujo Inversionista	-\$29,851	-\$154,955	\$36,392	\$126,831	\$161,280	\$342,166

Tabla 21 Flujos de Efectivo Proyectados

Indicador	Proyecto	Inversionista
VAN	\$15,507	\$198,514
IR	2.89	2.61
TIR	38.84%	49.07%
Payback	3.24 años	3.13 años

Tabla 22 Indicadores Financieros - Escenario Base

13.14 Análisis de Sensibilidad – Variación Cuota de Mercado

Con el objetivo de evaluar la sensibilidad del proyecto Biocal ante variaciones en la penetración de mercado, se desarrolló un análisis de escenarios pesimista y optimista, considerando ajustes del $\pm 1\%$ en la cuota de mercado proyectada. Este análisis permite medir el impacto de dichos cambios sobre los principales indicadores de rentabilidad y valorar la solidez financiera del proyecto frente a condiciones adversas y favorables.

En el escenario pesimista, caracterizado por una reducción del 1% en la cuota de mercado, los resultados evidencian una destrucción significativa de valor económico. El Valor Actual Neto (VAN) del proyecto se sitúa en $-\$127.333$, mientras que el VAN del inversionista alcanza $-\$44.991$, lo que indica que el proyecto no logra generar retornos suficientes para cubrir el costo del capital invertido. De manera consistente, la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto, calculada en 7,39%, se encuentra por debajo del costo promedio ponderado de capital (WACC), confirmando la inviabilidad financiera bajo este escenario. El Índice de Rentabilidad (IR) de 0,39 refuerza esta conclusión, al reflejar que por cada dólar invertido se recupera menos de un dólar. Adicionalmente, el periodo de recuperación de la inversión (payback) se extiende hasta 4,62

años, evidenciando un mayor riesgo financiero. Estos resultados demuestran que el proyecto presenta una alta sensibilidad a reducciones en la penetración de mercado, especialmente durante las primeras etapas de operación.

Por el contrario, en el escenario optimista, donde se considera un incremento del 1% en la cuota de mercado, los indicadores financieros muestran un comportamiento altamente favorable. El VAN del proyecto asciende a \$156.333, mientras que el VAN del inversionista alcanza \$439.359, evidenciando una creación de valor significativa. La TIR del proyecto, ubicada en 64,70%, supera ampliamente el costo de capital, confirmando un elevado potencial de rentabilidad. Asimismo, el Índice de Rentabilidad de 5,34 indica que por cada dólar invertido se generan más de cinco dólares en valor, y el payback se reduce a 2,47 años, reflejando una recuperación acelerada de la inversión. Estos resultados confirman que incluso pequeñas mejoras en la participación de mercado pueden multiplicar la rentabilidad del proyecto.

En conjunto, el análisis de escenarios evidencia que el desempeño financiero de Biocal está fuertemente condicionado por la penetración de mercado. Mientras que una reducción mínima en la cuota puede comprometer su viabilidad, un incremento moderado genera un impacto positivo considerable en la creación de valor, lo que resalta la importancia estratégica de ejecutar acciones comerciales y operativas orientadas a asegurar y ampliar la participación de mercado durante los primeros años de operación.

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo Proyecto	-\$97,186	-\$156,029	-\$12,381	\$56,148	\$75,596	\$215,744
Flujo Inversionista	-\$29,561	-\$171,256	-\$28,074	\$39,932	\$58,792	\$198,282

Tabla 23 Flujos Escenario Pesimista

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo Proyecto	-\$97,765	-\$123,428	\$112,040	\$231,035	\$280,571	\$503,512
Flujo Inversionista	-\$30,141	-\$138,654	\$96,347	\$214,819	\$263,767	\$486,050

Tabla 24 Flujos Escenario Optimista

13.15 Análisis de Sensibilidad – Variación Precio

Con el fin de evaluar la sensibilidad del proyecto Biocal frente a cambios en la variable precio, se desarrolló un análisis de escenarios considerando una variación del $\pm 10\%$ sobre el precio de venta base. Este ejercicio permite identificar el impacto directo de esta variable sobre los indicadores financieros clave, especialmente sobre la rentabilidad del proyecto y del inversionista, dado que el precio incide de manera inmediata en los márgenes sin modificar la estructura de costos fijos.

En el escenario pesimista, caracterizado por una reducción del 10% en el precio de venta, el proyecto presenta un Valor Actual Neto (VAN) negativo de $-\$46.922$, lo que implica que, desde la perspectiva del proyecto puro, se destruye valor económico y, por tanto, el proyecto sería rechazado bajo estas condiciones. A pesar de ello, la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto, calculada en 26,15%, se mantiene por encima del costo promedio ponderado de capital (WACC), lo que evidencia que el proyecto aún genera retornos operativos atractivos, aunque insuficientes para compensar completamente la disminución del ingreso unitario.

Desde la óptica del inversionista, el VAN positivo de $\$94.471$ refleja el efecto favorable del apalancamiento financiero, el cual permite amortiguar parcialmente la reducción del precio. Sin embargo, este resultado no elimina el riesgo estructural del proyecto, ya que el valor económico

generado no es suficiente para sostener la rentabilidad a largo plazo sin ajustes en volumen o costos. El periodo de recuperación de la inversión (payback) se extiende a 3,87 años, confirmando un deterioro en la eficiencia financiera frente al escenario base.

En contraste, el escenario optimista, donde se considera un incremento del 10% en el precio de venta, muestra una mejora sustancial en los resultados financieros. El VAN del proyecto alcanza \$77.936, valor que representa aproximadamente cinco veces el VAN del escenario base, evidenciando una creación de valor significativa. De igual forma, el VAN del inversionista se incrementa hasta \$302.557, fortaleciendo el atractivo financiero del proyecto.

La TIR del proyecto, ubicada en 50,96%, refleja un alto nivel de rentabilidad, muy superior al costo de capital, mientras que el payback se reduce a 2,82 años, lo que indica una recuperación de la inversión más rápida y un menor nivel de riesgo financiero. Estos resultados confirman que el proyecto es altamente sensible a variaciones en el precio, ya que cualquier incremento impacta directamente en el margen bruto y en la generación de flujo de caja, sin requerir modificaciones en la estructura de costos fijos.

En conjunto, el análisis de escenarios demuestra que Biocal presenta una mayor sensibilidad a cambios en el precio que a variaciones en la cuota de mercado, debido a que el precio influye de forma inmediata sobre la rentabilidad del proyecto. Esto resalta la importancia estratégica de una política de precios cuidadosamente gestionada, basada en el valor percibido, la diferenciación del producto y el respaldo técnico, evitando reducciones agresivas que comprometan la viabilidad económica del proyecto.

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo Proyecto	-\$97,476	-\$151,133	\$25,405	\$105,690	\$135,505	\$303,964
Flujo Inversionista	-\$29,851	-\$166,359	\$9,712	\$89,474	\$118,702	\$286,503

Tabla 25 Flujos Escenario Precio Bajo

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo Proyecto	-\$97,476	-\$128,324	\$78,766	\$180,404	\$220,661	\$415,291
Flujo Inversionista	-\$29,851	-\$143,551	\$63,072	\$164,188	\$203,858	\$397,830

Tabla 26 Flujos Escenario Precio Alto

13.16 Conclusiones de Evaluación Financiera

El proyecto Biocal presenta viabilidad financiera sólida bajo el escenario base, con VAN positivo de \$15,507 y TIR del 38.84% que supera en 23 puntos porcentuales el costo de capital (WACC 15.86%). La recuperación de inversión en 3.24 años dentro de un horizonte de 5 años proporciona margen de seguridad adecuado.

El análisis de sensibilidad revela vulnerabilidad ante reducciones en cuota de mercado o precio. Una disminución del 1% en penetración o 10% en precio destruye valor económico, evidenciando que el éxito del proyecto depende críticamente de alcanzar la meta del 3% de cuota y mantener el posicionamiento de precio de \$7.50/saco. Inversamente, incrementos modestos del 1% en cuota o 10% en precio multiplican significativamente la rentabilidad, validando el potencial de crecimiento del modelo de negocio.

La estructura de financiamiento con 70% deuda genera apalancamiento favorable para el inversionista (TIR 49.07% vs 38.84% del proyecto), justificando la decisión de financiar mayoritariamente con deuda externa. La amortización completa al año 5 libera flujo de caja para reinversión o distribución de utilidades en fases posteriores.

Conclusiones

- El proyecto permitió demostrar que la valorización de residuos agroalimentarios, específicamente cáscaras de huevo y rechazos de brócoli, constituye una alternativa técnica y ambientalmente viable para la formulación de una enmienda agrícola orgánica, alineada con los principios de la economía circular y los Objetivos de Desarrollo Sostenible 12 y 13.
- El análisis técnico evidenció que el carbonato de calcio presente en la cáscara de huevo, combinado con la materia orgánica y micronutrientes del brócoli, posee la capacidad de corregir la acidez del suelo y mejorar su fertilidad, validando el potencial agronómico del producto como corrector de suelos para el sector agrícola ecuatoriano.
- A partir de la investigación de campo realizada con proveedores locales, se determinó que existe una disponibilidad suficiente de materia prima para sostener una producción inicial de Biocal, lo que refuerza la viabilidad logística y operativa del proyecto en su fase de introducción al mercado.
- El cambio de presentación de granulado a polvo fino representa una mejora técnica significativa, ya que optimiza la absorción, la aplicación y la eficiencia del producto, facilitando su uso en campo y aumentando su aceptación por parte de los agricultores.
- El plan de marketing desarrollado evidencia que la educación del productor, la validación técnica en campo y las acciones comerciales directas son elementos clave para lograr la adopción inicial del producto, debido a que Biocal se introduce como una solución innovadora y poco conocida en el mercado.
- Finalmente, el proyecto demuestra que Biocal no solo es viable desde un enfoque técnico y comercial, sino que también genera un impacto ambiental positivo, al reducir la

cantidad de residuos enviados a vertederos y promover prácticas agrícolas más responsables y resilientes.

Recomendaciones

- Se recomienda implementar pruebas piloto adicionales en diferentes zonas agrícolas del país, con el fin de ampliar la validación agronómica del producto y fortalecer la evidencia técnica necesaria para su futura comercialización a mayor escala.
- Es aconsejable desarrollar alianzas estratégicas con plantas avícolas y centros de producción de alimentos, que permitan asegurar un suministro constante de cáscaras de huevo y reduzcan riesgos asociados a la disponibilidad de materia prima en etapas de crecimiento del proyecto.
- Se sugiere reforzar las acciones de capacitación y acompañamiento técnico a los agricultores, ya que la correcta aplicación del producto influye directamente en los resultados obtenidos y en la percepción de efectividad de Biocal.
- Para etapas posteriores, se recomienda evaluar la posibilidad de certificaciones ambientales u orgánicas, que permitan mejorar el posicionamiento del producto en mercados agroexportadores y fortalecer su propuesta de valor frente a estándares internacionales.
- Es pertinente considerar el desarrollo de una estrategia de comunicación continua, basada en resultados reales en campo y casos de éxito, que facilite la generación de confianza y acelere la adopción del producto en el mercado agrícola.

14 Bibliografía

Agrizon (2025). Perla Negra 25 kg. <https://agrizon.com/products/perla-negra-25-kg> agrizon.com.

Baca Urbina, G. (2013). Evaluación de proyectos (6.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). (2021). Acceso al financiamiento en el sector agrícola latinoamericano. CAF.

Bioterra Shop (2024). Bioagenasol 20 kg. <https://bioterrashop.com/collections/abonos-organico> bioterrashop.com.

Brigham, E. F., & Ehrhardt, M. C. (2016). Financial Management: Theory & Practice (15th ed.). Cengage Learning.

Calcium Carbonate Market Analysis. (2025, May). Retrieved from Chemanalyst: https://www.chemanalyst.com/industry-report/calcium-carbonate-market-687?utm_source=chatgpt.com

Cedeño, V. (2025, Octubre 4). La cascara de cacao y la melaza contribuyen al suelo. (M. Gómez, Interviewer)

Comercio. (2024, Marzo). *Cómo está el consumo de huevos en Ecuador*. Retrieved from El Comercio : <https://www.elcomercio.com>

CONAVE. (2024). *Contexto ecuatoriano de la producción y comercialización de huevo*. Retrieved from Conave: https://conave.org/contexto-ecuatoriano-de-la-produccion-y-comercializacion-de-huevo?utm_source=chatgpt.com

Escobar et al., A. V. (2018). *Factores asociados a la toma de suplementos de calcio gestantes en la ciudad de Huancayo*. Retrieved from Scielo:

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75262018000600595&lng=en&nrm=iso&tlng=en

ESPAC. (2024). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua*. Retrieved from Instituto Nacional de Estadística y Censos:

https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2023/Principales_resultados_ESPAC_2023.pdf

Faostat. (2024, Mayo 5). *Helgi Library*. Retrieved from Production of Cauliflower and Broccoli in Ecuador: https://www.helgilibrary.com/indicators/production-of-cauliflower-and-broccoli/ecuador/?utm_source=chatgpt.com

INEC. (2016). *Información Ambiental en la Agricultura 2016*. Retrieved from Ecuador en cifras:

https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2016/PRESENTACION_AGRO_AMBIENTE_2016.pdf?utm_source=chatgpt.com

Ipiales. (2023). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Retrieved from Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua:

https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2023/Boletin_tecnico_ESPAC_2023.pdf?utm_source=chatgpt.com

Luna et al., R. (2025, Abril). *Revisión sistemática sobre suplementos dietéticos en la prevención y/o tratamiento de la queratosis actínica y el campo cancerización*. Retrieved from

Sciencedirectassets: <https://pdf.sciencedirectassets.com/277731/1-s2.0-S0001731025X00053/1-s2.0-S0001731025002170/main.pdf?X-Amz-Security->

<https://pdf.sciencedirectassets.com/277731/1-s2.0-S0001731025002170/main.pdf?X-Amz-Security->

Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEIb%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVz
LWVhc3QtMSJHMEUCIF%2BCqN4NE2Z715r1mGTNt9p9hJ0CObxEBp1rsTyd%2BA
KBAiEAyfpZAUrg

- Montenegro et al., H. D. (2024, Agosto). *Estabilización de Suelos Expansivos en Panamá con Mezclas de Residuos de Concha de Mar*. Retrieved from Revista Politecnica:
https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/1854/673
- Mundial, B. (2025). *Consumo de fertilizantes en Ecuador: Kilogramos por hectárea de tierra cultivable*. Retrieved from Trading Economics:
https://tradingeconomics.com/ecuador/fertilizer-consumption-kilograms-per-hectare-of-arable-land-wb-data.html?utm_source=chatgpt.com
- Organics, I. (2022). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Retrieved from Organic agriculture and its benefits for climate and biodiversity:
https://www.organicseurope.bio/content/uploads/2022/04/IFOAMEU_advocacy_organic-benefits-for-climate-and-biodiversity_2022.pdf?dd
- Otero. (2022, Julio). *Biomateriales basados en cáscaras de huevo y conchas de mejillón*. Retrieved from Inmaterialdesign: <https://inmaterialdesign.com/INM/article/view/145/307>
- Ronny, S. (2021). *Universidad Agraria del Ecuador*. Retrieved from ABONO ORGÁNICO A BASE DE CASCARILLA DE CACAO:
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SAILEMA%20CASTRO%20RONNY%20IVAN.pdf>

- Sanchez, E. (2015, Diciembre 15). *Ecuadorian poultry*. Retrieved from Veterinaria Digital:
https://www.veterinariadigital.com/en/articulos/ecuadorian-poultry/?utm_source=chatgpt.com
- Saucedo et al., A. L. (1 de Abril de 2024). *Uso de fertilizantes químicos en el fomento productivo agrícola del Ecuador*. Obtenido de Killkana Técnica:
https://killkana.ucacue.edu.ec/index.php/killkana_tecnico/article/view/1531/1685
- Systems, A. C. (2024). Harnessing the potential of sugarcane-based liquid byproducts—molasses and spentwash (vinasse) for enhanced soil health and environmental quality. A systematic review. *Frontiers*, 13.
- Vercheval, S. (2025). Brand Values: que son, como definirlos y por que son tan importantes para tu negocio. *Inboundcycle*, 3.
- Viteri, F. (2025, Octubre 1). El uso del Carbonato de calcio para la agricultura. (M. Gómez, Interviewer)
- Waheed, e. a. (2020, December). *Channelling eggshell waste to valuable and utilizable products: A comprehensive review*. Retrieved from Science Direct:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224420306324>
- Zambrano. (2021, Julio 1). *BIOMASA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES: POTENCIALIDADES Y DESAFÍOS EN ECUADOR*. Retrieved from Scielo:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612021000300120

15 Anexos

Anexo 1: Preguntas de la encuesta

N° de Encuestados 30 agricultores y agroexportadores de la Sierra	
Objetivo	Conocer el perfil del participante, hábitos agrícolas, percepción ambiental y aceptación de Biocal
Preguntas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Edad 2. Zona donde realiza sus actividades agrícolas 3. Principales cultivos que maneja 4. ¿Cuál es el principal destino de comercialización de sus cultivos? 5. ¿Con qué frecuencia aplica productos para el manejo del suelo (cal, enmiendas, abonos)? 6. ¿Qué tipo de productos utiliza actualmente para mejorar la calidad del suelo o nutrir sus cultivos? 7. ¿Cuáles considera que son los principales problemas del suelo en su cultivo? 8. ¿Qué aspectos valora más al elegir un producto agrícola para el suelo? 9. ¿Qué tan importante considera el cuidado ambiental en la agricultura? 10. ¿Estaría dispuesto a sustituir productos químicos por opciones orgánicas si ofrecen buenos resultados? 11. ¿Ha escuchado o utilizado productos elaborados con residuos orgánicos (como cáscara de huevo o cacao)? 12. En una escala del 1 al 5, ¿cuál sería su nivel de intención de compra hacia un producto que mejore el pH y fertilidad del suelo como Biocal?

13. ¿Qué rango de precio consideraría razonable para un saco de 25 kg?
14. ¿Dónde prefiere comprar insumos agrícolas?
15. ¿Qué aspectos le generarían más confianza o lo incentivarían a comprar Biocal?
16. ¿Qué características le gustaría que tenga un producto orgánico para el suelo?

Anexo 2: Preguntas de entrevista al experto

Nombre de la entrevistada : Ing. Ana Pérez	
Profesión / Experiencia Ingeniera Agrónoma, experta en elaboración de abonos naturales	
Fecha : viernes	
Enlace: WhatsApp Audio 2025-10-18 at 23.11.38.ogg	
Duración : Aproximadamente 40 minutos	
Objetivo de la entrevista	Validar la viabilidad técnica, agronómica y comercial del fertilizante orgánico a base de cáscara de huevo y cáscara de cacao.
Bloque 1: Panorama del mercado de enmiendas agrícolas sostenibles	
Preguntas realizadas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desde su experiencia, ¿cómo describiría la evolución del mercado de enmiendas agrícolas sostenibles en Ecuador en los últimos años? 2. En su opinión, ¿cuáles son las principales oportunidades y desafíos en la adopción de

enmiendas agrícolas elaboradas a partir de residuos orgánicos o fuentes biogénicas?

Bloque 2: Viabilidad técnica y agronómica

3. Considerando que nuestra enmienda está compuesta por cáscara de huevo, cáscara de cacao y melaza de caña, ¿qué opinión le merece su potencial para corregir suelos ácidos y mejorar la estructura y fertilidad del suelo?

4. Desde un enfoque agronómico, ¿qué beneficios o limitaciones considera que podría presentar el uso del carbonato de calcio biogénico en comparación con el carbonato mineral tradicional?

Bloque 3: Aceptación y percepción del mercado

5. Desde su experiencia, ¿qué factores considera más determinantes para que los agricultores adopten una nueva enmienda agrícola de origen natural?

6. ¿Cree que los agricultores y agroexportadores estarían dispuestos a utilizar enmiendas orgánicas como las nuestras para contribuir a la mejora y conservación de sus tierras?

7. ¿Qué estrategias podrían facilitar su confianza y adopción?

Bloque 4: Validación y pruebas

8. Desde su perspectiva, ¿cómo recomendaría validar la efectividad y viabilidad de este tipo de enmienda antes de su lanzamiento comercial?

9. Por ejemplo, tipos de pruebas de campo, alianzas con instituciones, pilotos o estudios comparativos.

**Principales
hallazgos**

- Acceso a materia prima: Limitado en hogares y restaurantes; avícolas representan la fuente más viable.
- Plaguicidas: Suelos degradados e infértiles, los agricultores requieren alternativas sostenibles.
- Eficiencia técnica: Mezcla de cáscara de huevo y cacao mejora pH, neutraliza acidez y aporta calcio; eficiencia respaldada por estudios de Perú y pruebas de laboratorio.
- Tamaño de partícula: No influye significativamente en la eficiencia.
- Inversión: Altos costos de maquinaria representan un desafío para industrialización.
- Demanda y mercado: Alta aceptación de fertilizantes orgánicos; cáscara de huevo aporta carbonato de calcio natural y valor agregado.
- Necesidad de acompañamiento: Capacitación y educación son clave para la correcta aplicación y adopción por parte de agricultores.
- Estrategias de validación: Pruebas de laboratorio y campo, alianzas con instituciones y comparación con fertilizantes tradicionales.

Anexo 3: Encuesta en Microsoft Forms.

The image shows a screenshot of a Microsoft Forms survey. At the top, there are logos for 'Biocal' and 'UIIDE'. The title of the survey is 'Encuesta sobre uso de productos agrícolas y percepción de Biocal'. Below the title, there is a paragraph explaining that the survey is part of an academic study on the acceptance and viability of an organic product made from eggshells and cacao, designed to improve soil quality and fertility. It states that the collaboration is valuable for understanding the needs, habits, and opinions of the agricultural sector, and that the information will be confidential and used for academic purposes only.

When you submit this form, it will not automatically collect your details like name and email address unless you provide it yourself.

* Required

Datos generales

Objetivo: caracterizar el perfil del participante.

1

Edad: *

Menos de 30 años

30-40 años

41-50 años

Más de 50 años

2

Zona donde realiza sus actividades agrícolas: *

Pichincha

Anexo 4: Evidencias de aplicación de Encuestas

