

Universidad de Costa Rica

Sede Rodrigo Facio

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Industrial

Proyecto de graduación

**Desarrollo de una materia prima para alimentos, a partir de granos
germinados, basado en diseño de experimentos**

Carlos Campos Argueta



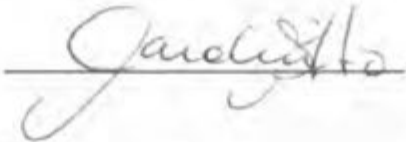
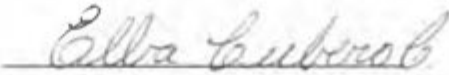

Brenda Fonseca Rodríguez

Steven García Goñi

Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Noviembre, 2019

Aprobación del proyecto

Miembro del tribunal	Firma	Fecha
Inga. Alejandra Pabón Páramo, M.Sc. Representante de la Dirección		<u>19/11/2019</u>
PhD. Allan Orozco Solano Director del comité asesor		<u>18/11/2019</u>
Inga. Carolina Vásquez Soto, MBA Asesora técnica		<u>15/11/19</u>
PhD. Elba Cubero Castillo Profesional contraparte		<u>15/11/19</u>
Ing. Edwin Quirós Villalobos, M.A.E. Profesor lector		<u>15/11/19</u>

Resumen gerencial

El proyecto “Desarrollo de una materia prima para alimentos, a partir de granos germinados, basado en diseño de experimentos” consiste en la creación de una materia prima alimenticia e innovadora, que pueda ser catalogada como mejorada y funcional, para ser empleada en la manufactura de alimentos que incorporen elementos diferenciadores respecto al mercado, todo esto utilizando granos germinados como componente principal.

Estos granos son representativos de la región centroamericana y se prioriza que los mismos se obtengan como subproductos de otros procesos, como por ejemplo la confección de pulpas, o bien que su potencial de aprovechamiento no sea plenamente desarrollado por las industrias nacionales, por ejemplo, las leguminosas.

El producto para elaborar se pretende comercializar bajo la modalidad de venta de Negocio a Negocio (B2B: Business to Business), es decir, que la materia prima es vendida a otras empresas para que la utilicen en los productos que realizan, priorizando que se ubiquen bajo la categoría de salud y bienestar.

El mercado de los productos empacados bajo la anterior categoría se encuentra en franco crecimiento, de un 2,1 %, siendo superior a la comida empacada regular, la cual crece a 1,7 % anualmente (Mascaraque, 2018b). Esto se debe a que el consumidor actual se encuentra más informado y demanda alimentos con un beneficio para la salud; pese a ser una población multigeneracional y con múltiples diferencias, concuerdan en que la salud es prioridad. Los millennials, la generación X y Z (65 % de la población) ven las marcas como una extensión de sus valores, quieren un impacto positivo en el mundo y están dispuestos a comprar y pagar más a aquellas compañías que se alinean a estos elementos. Mientras que los Baby Boomers y los Seniors (35 %) son una población que envejece y que por ende buscan darle prioridad al bienestar y la salud (PROCOMER, 2017).

Mundialmente, las ventas de alimentos relacionados con la categoría salud y bienestar es de la que se espera un mayor crecimiento. En Costa Rica, este crecimiento ha sido del 7 % hasta el año 2016 y se espera para el 2023 siga a una tasa no menor al 5 %; alcanzando para este año un valor de crecimiento de 6 % aproximadamente (Euromonitor International, 2018c). Para pertenecer a esta categoría el producto debe abarcar al menos una de las siguientes cinco subcategorías: fortificado/funcional (35 % de las ventas), natural (35 %), reducido en (20 %), relacionado con las intolerancias y orgánicos (5 % cada uno) (PROCOMER, 2017).

Es mediante la germinación que se pretende ingresar al menos a una de las subcategorías anteriores, es por medio de esta que se busca potencializar el aprovechamiento de nutrientes, de dos formas posibles: aumentado el contenido de los nutrientes, reduciendo el contenido de antinutrientes o ambas. La germinación es una intensa actividad metabólica; cuando un grano genera brote su contenido nutricional sufre cambios, aumentando la digestibilidad de los mismos, en el mejor de los casos.

Algunas ventajas del producto a diseñar son que: lo granos y brotes son hipocalóricos, en el estudio solo se toman en cuenta aquellos que no posean gluten y, además, que puedan aportar nutrientes que son difíciles de alcanzar con dietas vegetarianas/veganas, como vitamina B-12, proteínas, calcio, hierro y ácidos grasos.

Actualmente los germinados frescos se comercializan, como alfalfa germinada, el conocido frijol nacido, entre otros. No obstante, presentan la desventaja de que la humedad necesaria para la germinación es la misma para que se dé la proliferación de bacterias potencialmente peligrosas, como la *E. coli*; además, sus usos y vida útil son limitadas, por lo que el procesar el germinado para convertirlo en una materia prima representa un beneficio.

Para diseñar la materia prima, se toman en cuenta dos aristas, principalmente: el mercado y el consumidor. Con respecto al primero, se sabe que la comida orgánica crece a un ritmo mayor, seguida por la relacionada con intolerancias, la natural, la reducida en, y, por último, la funcional/fortificada; pero estos dos últimos, pese a pertenecer a la categoría de los más “modestos” en crecimiento, en los países latinoamericanos son particularmente relevantes, ya que se utilizan para reducir las brechas nutricionales. Con respecto a los consumidores, estos buscan alimentos mínimamente procesados y que se mantengan en línea con el etiquetado limpio.

Además, cerca del 58 % de los habitantes de la región panamericana tienen sobre peso, mientras que la obesidad representa el 23 %. En Costa Rica, tres de cada 10 niños tienen sobrepeso y obesidad, el 14,7 % de los adolescentes tiene sobrepeso y 6,1 % tiene obesidad (Equipo Técnico Nacional del Censo, 2016); ante esta problemática se impulsa el Decreto Ejecutivo No. 36910-MEP-S Reglamento para el Funcionamiento y Administración del Servicio de Soda en los Centros Educativos Públicos; y este impulso obligatorio representa una ventaja para el producto a diseñar.

Otro tema explorado es la escogencia de granos para utilizar en la etapa de diseño; para ello se acotan todas las semillas que subutiliza la empresa Natufruit, mediante los estudios de germinación disponibles en la bibliografía; incluyendo solo aquellos estudios que abarcan desde la metodología de germinación, el estudio del sabor, y el estado de las proteínas, vitaminas y minerales antes y después de la germinación para determinar si son aptas para consumo humano. De esta lista se obtienen únicamente las semillas de guayaba y de maracuyá, y se amplía mediante la incorporación de arroz integral, arvejas, lentejas, maíz amarillo, mostaza y rábano.

La primera parte del diseño es la selección de un concepto de producto a desarrollar, el cual debe definir cómo se relaciona el producto con las necesidades del consumidor. Se toman en cuenta tres posibles conceptos: aceite, zumo y harina. Se compara cada uno de los nueve granos contra la factibilidad de poder convertirse en cualquiera de estos, donde las leguminosas son las que sobresalen en las pruebas de germinación; las mismas poseen entre 20 y 28 gramos de proteína por cada 100 gramos, en promedio.

Ahora bien, tomando como premisa que para las leguminosas el producto que mejor se adapta a las necesidades del consumidor es una harina, lo mínimo esperable es que con ella se puedan elaborar productos panificables y que a su vez resulten agradables al consumidor en términos sensoriales. Para ello se plantean una serie de productos mínimos viables (PMV), con los cuales se evalúa en el menor tiempo posible si el producto se puede realizar o si es necesario pivotar y realizar modificaciones o empezar de nuevo. En este caso, los PMV creados son exitosos y se toma la decisión de mejorarlos mediante un diseño experimental.

Para el desarrollo del producto y del proceso productivo, se utiliza un diseño experimental jerárquico, factorial, de parcelas divididas, esto porque no resulta posible o económico aleatorizar completamente el orden de las corridas. De las cinco variables de respuesta: textura, color, rendimiento, peso final y acidez, se descarta la última, ya que no cumple con los criterios de

aplicación de ANOVA. Las demás se analizan, obteniéndose múltiples discrepancias entre los factores y niveles que mejoran una variable de respuesta, pero empeoran otra. Por este motivo se aplica la función de deseabilidad, obteniendo como tipo de semilla adecuada la lenteja, con un tiempo de secado de 125 minutos; es necesario realizar un secado y triturado previo, y por último, se requieren de cuatro molineras.

El valor obtenido de deseabilidad compuesta es de 0,655 con una respuesta esperada de 32,75 cm para la textura, 17,81 ΔE para la diferencia de color, 86,04 % de rendimiento y un peso final de 190,8 g. Y si se prescinde de la variable color, al ser solamente estética, la deseabilidad aumenta al 0,7723.

La tecnología requerida para la producción de la harina de lenteja germinada se compone de secadores de lecho fijo para el proceso de secado previo, un secador tipo horno con bandejas perforadas para el secado, para el triturado se necesita de un molino de rodillos extriados, y para la molienda se emplea un molino de martillos, además, para el embalado se utiliza una máquina empacadora vertical. El diseño del proceso productivo se realiza salvaguardando las buenas prácticas de manufactura, con diferentes puntos de control para asegurar la inocuidad.

Para el desarrollo de las actividades, se requiere una planta con un mínimo de 504 m², la cual se diseña de forma modular con el objetivo de poder variar la configuración del acomodo a la nave industrial que vaya a albergar la instalación. La localización de la misma se decide mediante el algoritmo de centro de gravedad y como marco de referencia se toman las coordenadas de latitud y longitud, emplazando la planta en el cantón central de San José, distrito Uruca.

Finalmente, validando el potencial de mejora nutricional, el producto se incluye en cuatro de las cinco subcategorías en cuestión, exceptuando la orgánica. Y se puede clasificar como mejorado y funcional; y entre otras declaraciones, las más relevantes son que la materia prima es excelente fuente de proteína y excelente fuente de calcio, además de ser libre de colesterol, bajo en grasa, bajo en grasa saturada, libre de sodio, y fuente de fibra, hierro y potasio y libre de gluten.

El precio al cual se pretende vender el producto es de 130 370 colones por cada 25 kilogramos, obteniendo una ganancia de 33 310 colones (margen de ganancia del 25%). Y mediante el análisis financiero, se determina que, realizando inversiones de 116 millones de colones en un escenario pesimista, 160 millones en un esquema esperado y de 208 millones de colones aproximadamente en un planteamiento optimista; financiando el 80 % mediante el Sistema de Banca para el Desarrollo a una tasa de 10,25 %, en un horizonte temporal de cinco años, captando de 1 % a 7,2 % del mercado meta, el proyecto genera riqueza. Es decir, cubre los gastos fijos y variables, así como las obligaciones con el ente acreedor y los intereses de los inversionistas.

Índice

Introducción	21
Capítulo I. Propuesta de proyecto.....	23
1.1 Justificación del proyecto.....	23
1.1.1 Descripción de la idea de negocio	23
1.1.2 Alcance.....	24
1.1.3 Descripción del mercado.....	24
1.1.4 Nutrición, germinación y productos similares	27
1.1.5 Oportunidad	29
1.1.6 Beneficios asociados al proyecto	29
1.2 Objetivo general e indicadores de éxito	30
1.2.1 Objetivo general	30
1.2.2 Indicadores de éxito.....	31
1.3 Limitaciones	31
1.4 Marco de referencia teórico.....	31
1.4.1 Diseño de producto y modelo de negocio	31
1.4.2 Producto alimenticio	32
1.4.3 Nutrición	33
1.4.4 Germinación de granos	34
1.4.5 Tendencias evolucionadas	35
1.4.6 Aceptación y viabilidad económica	35
1.5 Metodología general	36
1.6 Cronograma de trabajo	38
Capítulo II. Diagnóstico	39
2.1 Objetivos	39
2.1.1 Objetivo general	39
2.1.2 Objetivos específicos	39
2.2 Metodología de diagnóstico	39
2.3 Caracterización del mercado y del consumidor	39
2.3.1 Análisis de tendencias alimentarias de los consumidores y estilo de vida.....	40
2.3.2 Tamaño de mercado	45
2.3.3 Consumo aparente y demanda potencial	47
2.3.4 Estudio del entorno.....	48
2.4 Estudio Técnico	54
2.4.1 Escogencia de granos a utilizar en la etapa de diseño	54
2.4.2 Granos viables.....	55
2.4.3 Metodología para germinación	59
2.5 Estudio legal.....	62
2.6 Conclusiones de diagnóstico	65
Capítulo III: Diseño	67

3.1	Objetivos	67
3.1.1	Objetivo general	67
3.1.2	Objetivos específicos	67
3.2	Metodología general de diseño	67
3.3	Estudio del concepto de producto	68
3.3.1	Estudio de tipos de productos.....	68
3.3.2	Pruebas de germinación	71
3.3.3	Selección del concepto del producto.....	74
3.4	Producto mínimo viable (PMV).....	76
3.5	Diseño experimental: parcelas divididas	78
3.5.1	Planeación y diseño	78
3.5.2	Análisis e interpretación.....	98
3.5.3	Conclusiones finales del experimento	119
3.6	Descripción de la tecnología requerida	120
3.6.1	Secado de granos y semillas	120
3.6.2	Molienda de granos y semillas.....	124
3.6.3	Empaque	126
3.7	Diseño del proceso productivo	127
3.8	Requerimientos de operaciones	133
3.8.1	Materias primas	133
3.8.2	Material de empaque	136
3.8.3	Productos de limpieza e higiene.....	138
3.9	Publicidad	140
3.10	Capacidad instalada	143
3.10.1	Descripción de los equipos y maquinaria.....	145
3.11	Diseño de instalaciones	149
3.11.1	Diseño modular	151
3.12	Localización de instalaciones	153
3.13	Estudio legal	155
3.14	Diseño de empaque y etiqueta	157
3.15	Fijación de precio	159
3.16	Conclusiones de diseño	164
Capítulo IV: Validación		167
4.1	Objetivos	167
4.1.1	Objetivo general	167
4.1.2	Objetivos específicos	167
4.2	Metodología general de validación	167
4.3	Evaluación del potencial de mejora nutricional e impacto social	167
4.3.1	Alimento mejorado	168
4.3.2	Alimento funcional	172
4.3.3	Alimento natural.....	173
4.3.4	Reducidos en (light).....	174

4.3.5	Orgánicos	174
4.3.6	Relacionados con intolerancias	174
4.3.7	Transparencia e impacto social	175
4.3.8	Resumen	176
4.4	Viabilidad comercial	177
4.4.1	Entrevista a potencial cliente.....	177
4.4.2	Entrevista a posible canal de distribución.....	179
4.5	Estudio financiero	179
4.5.1	Inversión inicial	180
4.5.2	Gastos operativos.....	184
4.5.3	Costos Variables	188
4.5.4	Flujos de Efectivo	192
4.6	Conclusiones de validación.....	196
	Conclusiones.....	197
	Recomendaciones.....	199
	Bibliografía	201
	Abreviaturas y acrónimos	219

Índice de tablas

Tabla 1. Porcentaje del mercado mundial que piensa que la salud y bienestar es importante y porcentaje que está dispuesto a pagar premium por productos de esta categoría	26
Tabla 2. Indicadores de éxito	31
Tabla 3. Metodología general de diagnóstico	36
Tabla 4. Metodología general de diseño.....	36
Tabla 5. Metodología general de diseño (continuación)	37
Tabla 6. Metodología general de validación.....	37
Tabla 7. Cronograma de trabajo	38
Tabla 8. Metodología de diagnóstico.....	39
Tabla 9. Factores que influyen en la decisión de compra de alimentos.....	40
Tabla 10. Mercado captado, en toneladas	47
Tabla 11. Canales de comercialización	51
Tabla 12. Resultado del filtro de escogencia de granos	54
Tabla 13. Resumen de granos viables	59
Tabla 14. Metodología de diseño.....	67
Tabla 15. Metodología de diseño (continuación)	68
Tabla 16. Análisis de factibilidad por tipo de grano y tipo de producto	70
Tabla 17. Diferencias en las etapas de germinación.....	72
Tabla 18. Composición nutricional (g/100g) para arvejas y lentejas,	75
Tabla 19. Factores y niveles.....	82
Tabla 20. Ficha del modelo experimental	88
Tabla 21. Costo de los materiales.....	89
Tabla 22. Hoja de trabajo.....	89
Tabla 23. Hoja de trabajo (continuación)	90
Tabla 24. Hoja de trabajo (continuación).....	91
Tabla 25. Roles y responsabilidades en la ejecución del experimento	91
Tabla 26. Roles y responsabilidades en la ejecución del experimento (continuación)	92
Tabla 27. Roles y responsabilidades en la medición de las variables del experimento	92
Tabla 28. Instrucciones específicas de ejecución	92
Tabla 29. Instrucciones específicas de ejecución (continuación)	93
Tabla 30. Instrucciones específicas de medición	94
Tabla 31. Instrucciones específicas de medición (continuación)	95
Tabla 32. Tareas asignadas.....	95

Tabla 33. Instrumentos y materiales para el experimento y encargados	96
Tabla 34. Posibles acciones de contingencia	96
Tabla 35. Resultados obtenidos del experimento	99
Tabla 36. Resultados obtenidos del experimento (continuación)	100
Tabla 37. Modelo ANOVA para la variable textura	107
Tabla 38. Modelo ANOVA para la variable textura (continuación)	108
Tabla 39. Valores de R ² para la variable textura	108
Tabla 40. Modelo ANOVA para la variable diferencia de color	109
Tabla 41. Valores de R ² para la variable diferencia de color	109
Tabla 42. Modelo ANOVA para la variable rendimiento (granulometría)	110
Tabla 43. Valores de R ² para la variable rendimiento (granulometría).....	110
Tabla 44. Modelo ANOVA para la variable peso	111
Tabla 45. Valores de R ² para la variable peso.....	111
Tabla 46. Deseabilidad y respuesta esperada.....	118
Tabla 47. Factores y niveles que propician una mejora en las variables de respuesta.....	119
Tabla 48. Características de materia prima de lenteja germinada	134
Tabla 49. Características de materia prima gas GLP.....	136
Tabla 50. Características de material de empaque bobinas de papel	137
Tabla 51. Características de material de empaque de etiquetas.....	138
Tabla 52. Detalle de consumo de productos de higiene y limpieza.....	139
Tabla 53. Inversión inicial de productos para programa de BPM	140
Tabla 54. Consumo de combustible para visita a potenciales clientes.....	141
Tabla 55. Costo de muestra para clientes	141
Tabla 56. Costos asociados a la publicidad del producto.....	143
Tabla 57. Distribución del tiempo de producción	143
Tabla 58. Condiciones de operación en la planta	144
Tabla 59. Eficiencia de la conversión en harina del brote	144
Tabla 60. Capacidad de producción	145
Tabla 61. Descripción general del secador previo.....	145
Tabla 62. Descripción general del molino triturador.....	146
Tabla 63. Descripción general del secador.....	147
Tabla 64. Descripción general del molino de martillos	148
Tabla 65. Descripción general de la máquina empacadora.....	149
Tabla 66. Cercanía de la relación y razón de la cercanía	149
Tabla 67. Matriz de relaciones	150

Tabla 68. Metros cuadrados (m ²) por zona	151
Tabla 69. Cálculos para la localización	154
Tabla 70. Ubicación teórica del emplazamiento.....	154
Tabla 71. Estudio legal	155
Tabla 72. Estudio legal (continuación)	156
Tabla 73. Estudio legal (continuación)	157
Tabla 74. Porcentaje relativo de harinas en estudio.....	161
Tabla 75. Estudio de precios	162
Tabla 76. Rangos de precios de referencia	162
Tabla 77. Cálculo de precio por medio de asignación de precios de referencia	162
Tabla 78. Mano de obra requerida	163
Tabla 79. Costos de otros servicios	164
Tabla 80. Costo de producción por saco.....	164
Tabla 81. Metodología general de validación	167
Tabla 82. Activos fijos.....	180
Tabla 83. Maquinaria principal.....	181
Tabla 84. Adecuaciones a nave industrial	182
Tabla 85. Costos de importación e instalación	182
Tabla 86. Inversión cuarto frío.....	182
Tabla 87. Campaña de lanzamiento y gastos de patentes	183
Tabla 88. Capital de Trabajo	183
Tabla 89. Materia prima	184
Tabla 90. Inversión inicial.....	184
Tabla 91. Costo del personal	185
Tabla 92. Plan de contratación de personal.....	185
Tabla 93. Servicios	185
Tabla 94. Depreciación de maquinaria	186
Tabla 95. Opciones de financiamiento	187
Tabla 96. Financiamiento Banco Nacional	187
Tabla 97. Pago de deuda Banco Nacional	188
Tabla 98. Variaciones en la captación de mercado.....	189
Tabla 99. Escenarios del Proyecto.....	190
Tabla 100. Costos variables bases.....	190
Tabla 101. Costos variables por periodo	190
Tabla 102 Ventas proyectadas.....	191

Tabla 103. Puntos de equilibrio	192
Tabla 104. Flujo de efectivo.....	192
Tabla 105. Tasa de descuento	194
Tabla 106. Ratios evaluativos del proyecto	196

Índice de figuras

Figura 1. Población en porcentaje agrupada por grupos de edades, en Costa Rica, 2017.....	25
Figura 2. Ventas mundiales de alimentos de salud y bienestar, por subcategoría, 2016.....	25
Figura 3. Crecimiento de ventas en Costa Rica, bajo la categoría salud y bienestar, por año.	27
Figura 4. Comida empacada de la categoría salud y bienestar vs Comida empacada regular: La evolución de la industria en el 2012-2022	40
Figura 5. Comida empacada de la categoría salud y bienestar. Crecimiento por subcategoría: La evolución de la industria 2012-2022	41
Figura 6. Pirámide poblacional	43
Figura 7. Nutrición en niños en edad escolar	44
Figura 8. Datos de ventas de alimentos de Salud y Bienestar en Costa Rica, según subcategoría, en millones de dólares estadounidenses	46
Figura 9. Desempeño de ventas de galletas dulces, bocadillos y bocadillos de frutas	46
Figura 10. Crecimiento esperado	47
Figura 11. Crecimiento del sector en Costa Rica.....	49
Figura 12. Clientes del sector a nivel local	49
Figura 13. Distribución de precios por gramos, en colones.....	50
Figura 14. Productos de Microgreens.....	52
Figura 15. Alfalfa germinada.....	53
Figura 16. Estados.....	55
Figura 17. Etapas de la germinación	59
Figura 18. Pasos básicos para instalar una empresa de la industria alimentaria en Costa Rica	64
Figura 19. Etapas de crecimiento en las semillas	71
Figura 20. Muestra de producto (Germinados de Costa Rica).....	72
Figura 21. Pruebas de zumo natural.....	73
Figura 22. Prueba de harina germinado	73
Figura 23. Representación gráfica del perfil nutricional de las leguminosas	75
Figura 24. Palitos de ajonjolí recién ingresados al horno	76
Figura 25. Palitos de ajonjolí, luego de 15 minutos de horneado	77
Figura 26. Palitos de ajonjolí, luego de 25 minutos de horneado	77
Figura 27. Quequito de harina de arveja	77
Figura 28. Esquematización del problema	79
Figura 29. Bandeja de cernido, medición con un proyector de opacos	86
Figura 30. Forma gráfica del diseño experimental	88

Figura 31. Elementos de la ejecución del experimento	97
Figura 32. Ejemplo de secuencia de pasos de la materia prima	98
Figura 33. Comprobación de los supuestos de ANOVA. Variable textura.	102
Figura 34. Comprobación de los supuestos de ANOVA. Variable diferencia de color	103
Figura 35. Comprobación de los supuestos de ANOVA. Variable acidez.....	104
Figura 36. Comprobación de los supuestos de ANOVA. Variable rendimiento	105
Figura 37. Comprobación de los supuestos de ANOVA. Variable peso	106
Figura 38. Gráfico de efectos principales para la variable textura	112
Figura 39. Gráfica de efectos de interacción para la variable textura.....	113
Figura 40. Gráfico de efectos principales para la variable diferencia de color	113
Figura 41. Gráfica de efectos de interacción para la variable diferencia de color	114
Figura 42. Gráfico de efectos principales para la variable rendimiento	114
Figura 43. Gráfica de efectos de interacción para la variable rendimiento.....	115
Figura 44. Gráfico de efectos principales para la variable peso	115
Figura 45. Gráfica de efectos de interacción para la variable peso	116
Figura 46. Diagrama de Pareto para la variable textura	116
Figura 47. Diagrama de Pareto para la variable diferencia de color	117
Figura 48. Diagrama de Pareto para la variable rendimiento (granulometría)	117
Figura 49. Diagrama de Pareto para la variable peso.....	118
Figura 50. Funcionamiento básico del secador de lecho fijo	122
Figura 51. Secador de columna	123
Figura 52. Molino de rodillos estriados	125
Figura 53. Funcionamiento del molino de martillos	125
Figura 54. Máquina de empacado vertical.....	127
Figura 55. Acomodo de sacos de materia prima.....	129
Figura 56. Sistema de identificación de materias primas.....	129
Figura 57. Acomodo de sacos de producto terminado	131
Figura 58. Diagrama de proceso productivo	132
Figura 59. Diagrama de transporte de utilizado	132
Figura 60. Secador previo Suncue 580 CG	146
Figura 61. Molino de rodillos Phoenix FMDQ 250-500.....	147
Figura 62. Horno secador de granos y semillas Kodi CT/CT-C	147
Figura 63. Molino de martillos SFSP668	148
Figura 64. Máquina empacadora M & J	149
Figura 65. Distribución por módulos	151

Figura 66. Propuesta de distribución	152
Figura 67. Localización teórica de la planta	154
Figura 68. Diseño de impresión para el saco de harina	158
Figura 69. Diseño de etiqueta.....	158
Figura 70. Diseño del empaque	159
Figura 71. Disminución de antinutrientes de la lenteja gracias a la germinación	168
Figura 72. Resultado de análisis químico.....	169
Figura 73. Resultado de análisis químico (continuación).....	170
Figura 74. Tamaño y dirección de la mejora de la harina de lenteja germinada vs lenteja cruda en g/100g.....	171
Figura 75. Tamaño y dirección de la mejora de la harina de lenteja germinada vs harina de trigo regular e integral en g/100g	172
Figura 76. Comparación de harina de lenteja germinada contra productos fuente de calcio	175
Figura 77. Evaluación del cumplimiento de la mejora	177
Figura 78. Punto de Equilibrio.....	191

Introducción

La germinación de granos presenta una serie de ventajas, entre ellas se puede mencionar la potencialización de sus nutrientes, ya sea aumentando su cantidad o disminuyendo los antinutrientes que dificultan la biodisponibilidad de los mismos. Su principal desventaja recae sobre su corta vida útil, además de que bajo las condiciones de germinación pueden proliferar bacterias.

Las tendencias señalan un incremento en el consumo de alimentos saludables, gracias a que las personas están más interesadas en estilos de vida holísticos; así como tendencias dirigidas al cuidado del medio ambiente, acompañadas de la transparencia.

Con este proyecto se pretende elaborar una materia prima a partir de granos germinados que aproveche sus ventajas y que mitigue sus desventajas. Para ello se crea la harina de lenteja germinada, la cual se cataloga como un alimento mejorado y funcional, por sus amplias bondades para el organismo humano.

Para alcanzar el objetivo, se desarrolla la siguiente estructura en el proyecto: en el primer capítulo se establece la propuesta del proyecto, en el siguiente se realiza el diagnóstico de los conceptos bajo los cuales se desarrolla la idea, en el capítulo tres se busca diseñar la materia prima y establecer su proceso productivo y, por último, en el cuarto capítulo se valida la viabilidad comercial de la idea de negocio, la mejora nutricional del producto diseñado y el análisis financiero del modelo de negocio.

En detalle, en el Capítulo I se desarrolla una breve descripción de la idea de negocio: la creación de una materia prima alimenticia mejorada y funcional a partir de granos germinados; para luego describir al mercado y al consumidor actual que por lo general se encuentra más informado y demanda alimentos que presente un beneficio para la salud. Por ello se embebe la idea de negocio dentro de la categoría salud y bienestar. También, se desarrolla la germinación y sus beneficios en la nutrición, los beneficios asociados al proyecto, así como los indicadores bajo los cuales se evalúa el riesgo en la validación. Por último, el marco de referencia teórico, describe los aspectos necesarios para definir el diseño y desarrollo de un producto alimenticio y como este se enmarca dentro de un modelo de negocio, entre otros conceptos relevantes.

Por su parte en el Capítulo II, correspondiente al diagnóstico, se identifican las condiciones y características del mercado, es decir de las empresas clientes, y de los consumidores. El primer embudo del mercado corresponde a los alimentos, para luego centrarse en la comida empacada bajo la categoría salud y bienestar. Con ello, se analiza las tendencias alimentarias y el estilo de vida, tanto a nivel mundial como nacional; con énfasis en la salud, el consumo de granos y tamaño del mercado. Además, el estudio del entorno evalúa el poder de los proveedores, el poder de negociación de los clientes, la amenaza de los productos sustitutos y sucedáneos, las barreras de entrada y la rivalidad entre competidores.

En el mismo capítulo, se desarrolla un estudio técnico, donde se escogen los granos que se consideran en la etapa de diseño. Esta escogencia es basada en la viabilidad de germinación y de consumo humano. Igualmente se investiga el marco legal aplicable, para la constitución de una empresa alimenticia y la comercialización del producto.

El Capítulo III es el más extenso de este proyecto, en él se estudian los conceptos de producto para cumplir con las necesidades del mercado: aceite, zumo y harinas (polvos); donde mediante investigación bibliográfica se decide cuál de los granos se puede emplear en alguno de los conceptos y mediante resultados prácticos se decide por la última opción: harina, y con ella se acotan los granos a emplear en el diseño experimental a las leguminosas: arveja y lenteja.

Para la conducción de un diseño experimental exitoso, se realizan pruebas pilotos que pretenden alertar variaciones no esperadas o no encontradas en la bibliografía y definir algunos de los niveles en los que se desea variar los factores, así como la estimación de costos, tiempo y recursos en general. El producto obtenido de las pruebas se utiliza para el desarrollo del PMV para evaluar si es agradable al consumidor en términos sensoriales. Luego, se realiza un diseño experimental jerárquico de parcelas divididas, con cinco factores, donde dos representan factores difíciles de cambiar y componen las parcelas y los restantes factores las subparcelas, y cinco variables de respuesta que son de interés para el producto a diseñar: rendimiento, peso final, textura, acidez y color; que son llevadas a su mejor valor posible mediante la aplicación de la función de deseabilidad.

El propósito del experimento es el obtener la materia prima que cumpla con el objetivo del proyecto, así como la definición de la forma en que se debe realizar. Con estos insumos se estudia la tecnología requerida para el secado, triturado y molienda de granos, así como para el empaque; para posteriormente diseñar el proceso bajo el cual se debe manufacturar el producto y los requerimientos de operaciones que son necesarios. Y con ello se determina la capacidad instalada de producción de la empresa.

También, en este capítulo, se realiza el diseño de las instalaciones, se calcula el espacio requerido y mediante el diseño modular se propone una configuración de acomodo por la que se puede optar, dependiendo de la planta industrial que vaya a albergar la empresa. Para la localización de la misma, se consideran los aspectos macros y micro, y se emplea el método de centro de gravedad. Por otra parte, se ahonda en aspectos legales y reglamentarios que le competen al diseño y localización de la instalación.

Respecto al producto, se diseña el empaque que va a contener la harina y la etiqueta que va a portar el mismo; y para finalizar el capítulo III, se fija el precio bajo el cual se pretende comercializar el producto.

El cuarto y último capítulo es el de la validación; en este se contrastan y evalúan los indicadores de éxito expuestos en la propuesta de proyecto: la viabilidad comercial, el potencial de mejora nutricional e impacto ambiental y el análisis financiero, en los diversos escenarios del mercado.

Capítulo I. Propuesta de proyecto

1.1 Justificación del proyecto

1.1.1 Descripción de la idea de negocio

Se pretende elaborar un producto que sirva como una materia prima mejorada y funcional¹, que permita manufacturar alimentos que incorporen elementos diferenciadores respecto a la oferta en el mercado actual; empleando como principal insumo granos² germinados (conocidos como brotes) que sean representativos³ del país o de la región centroamericana y con la prioridad de que los mismos sean subproductos no aprovechables en los procesos productivos actuales o que su potencial de aprovechamiento sea poco desarrollado por las industrias locales.

Al centrar esfuerzos principalmente en los granos representativos de la región, se quiere aprovechar que sean ya conocidos por los posibles compradores, al tener cierto arraigo cultural y pueden resultar más atractivos de probar en una presentación diferente (germinados), además el que se cultiven en la región puede facilitar la logística de suministro de materia prima.

Los subproductos no aprovechables hacen referencia a que en Costa Rica empresas abocadas a la producción de colados, jugos, pulpas o néctares no le dan mayor aprovechamiento a las semillas de las frutas que procesan, puesto que para ellas representan un producto secundario que en su mayoría desechan como basura o venden u obsequian en pequeñas cantidades para que se procese como alimento para animales. Así bien lo menciona Heidy Sánchez Calderón, gerente de calidad de Natufruit, empresa de Grupo Carara que produce y comercializa estos productos, siendo líder en el mercado (Food Industry, 2017). Algunas frutas que tienen potencial de germinación y que estas empresas no utilizan son: la guayaba, naranja, mango, papaya, mora, tamarindo y carambola, entre otros.

Por otro lado, las leguminosas son productos cuyo potencial es poco desarrollado localmente; estas, al germinarse, dan como resultado un producto natural que elimina o inactiva factores antinutricionales y aumenta la digestibilidad de proteínas y almidones; de esa manera puede mejorar las propiedades de alimentos funcionales (Dávila, Sangronis, & Granito, 2003). Su consumo se considera esencial en la canasta de alimentos, y es parte de una dieta saludable que ayuda a combatir la obesidad, a prevenir y controlar enfermedades como la diabetes, afecciones coronarias y el cáncer. Sin embargo, las encuestas nacionales de nutrición y de consumo aparente de alimentos han dado cuenta de la disminución progresiva en la cantidad y frecuencia con que se consumen; siendo menor en la zona urbana que en la rural (Rodríguez y Fernández, 2013, citado por FAO en Costa Rica, 2016).

El producto a elaborar se pretende comercializar bajo la modalidad Negocio a Negocio (B2B: business to business), es decir, es ofrecida a otras empresas que actualmente desarrollan

¹ Se dice que un alimento es mejorado cuando se le ha quitado un componente dañino para la salud, que dificultaba la digestión, aprovechamiento, o se los ha refinado; es mejorado respecto a sí mismo. Funcional se refiere a que tienen propiedades beneficiosas más allá de su valor nutricional (Carmuega, 2005).

² Se utiliza el término de grano "cuando se destinan para la alimentación humana y animal, o como materia prima para la industria" (Guzman, 2014, p. 2).

³ Se hace referencia a granos que presentan algún tipo de arraigo o connotación especial en el contexto del país o nivel de Centroamérica.

productos como snacks saludables, con la diferencia de que se incorporan las bondades de la germinación, donde se sabe que se presentan muchos cambios en la composición del grano, debido a la utilización de sus reservas (carbohidratos, lípidos y proteínas), para el desarrollo del eje embrionario; causando variaciones en la concentración y digestibilidad de los nutrientes (Chaparro, Pismag, Elizalde, Vivas, & Erazo, 2010). Por ello es posible utilizar los granos germinados para potencializar el aprovechamiento nutricional y generar alimentos con un valor agregado.

1.1.2 Alcance

Dado que el modelo corresponde a uno B2B, y se pretende la elaboración de una materia prima a partir de granos germinados, se incluyen actividades claves para desarrollar el producto, tales como: descripción del mercado y del consumidor, pruebas de germinación, diseño del producto mediante un programa de experimentación estadística, descripción del proceso productivo y requerimientos de operaciones, incluyendo maquinaria, materia prima y mano de obra.

Además, incluye el diseño modular de las instalaciones, así como la macro y micro localización de las mismas. La publicidad, las políticas de fijación de precio, la viabilidad comercial, los estudios nutricionales y los indicadores financieros también forman parte del alcance del proyecto.

Se excluyen los siguientes desarrollos al no formar parte del núcleo principal del negocio: planes de distribución del producto a clientes, planificación de puntos de venta, estructura organizacional de la empresa, diseños de puestos de trabajo, reclutamiento, evaluación y selección de personal.

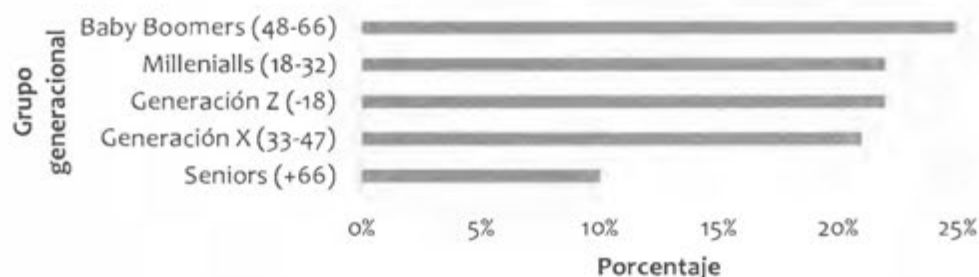
1.1.3 Descripción del mercado

El consumidor actual se encuentra mayoritariamente más informado y demandando alimentos o bebidas con un beneficio para la salud (Prieto-Hontoria, 2016). En Costa Rica, según PROCOMER (2017), se cuenta con un consumidor multigeneracional que a pesar de las diferencias mantiene la salud como prioridad; la población que envejece es un segmento de personas activas y que por ende priorizan el bienestar y la salud, mientras que el consumidor joven está altamente informado, por lo que valora la lista de ingredientes y la composición nutricional de los alimentos que consume.

En específico, los millennials (personas nacidas entre 1985 y 1999) ven las marcas como una extensión de sus propios valores, quieren hacer un impacto positivo en el mundo y están dispuestos a comprarle a compañías que estén haciendo lo mismo que ellos. Con una preocupación generalizada por el desarrollo sostenible, los consumidores se inclinan hacia productos y alimentos que hayan sido procesados respetando el bienestar animal; consideran que reducir el desperdicio de comida es fundamental y además, no quieren empaques innecesarios (PROCOMER, 2017).

La generación Z (personas nacidas después del año 2000) son quienes dan más valor a los atributos saludables y se encuentran con la voluntad de pagar de más por un producto, seguidos por los millennials y la generación X (nacidas entre 1970 y 1984) (Nielsen, 2015). La Figura 1 permite ilustrar la composición multigeneracional de los consumidores costarricenses.

Figura 1. Población en porcentaje agrupada por grupos de edades, en Costa Rica, 2017.



Fuente: Autores a partir de (PROCOMER, 2017)

En el mercado mundial las ventas de alimentos relacionados con la categoría de salud y bienestar es de la que se espera el mayor crecimiento. Por lo que se extraen las siguientes cinco subcategorías (PROCOMER, 2017):

- Fortificado/funcional: permite obtener un beneficio comprobado sobre la salud del consumidor.
- Naturales: contienen sustancias que naturalmente mejoran la salud.
- Reducidos en (light): reducida cantidad de sustancias consideradas menos saludables, como grasas, azúcares, entre otros.
- Orgánicos: característica que debe ser certificada.
- Relacionados con intolerancias: componentes que causan la intolerancia son removidos, como lo son el gluten y la lactosa.

De las anteriores subcategorías comerciales las tres primeras representan el 90 % del total de ventas mundiales, como se puede observar en la Figura 2, y la subdivisión natural es de la cual se espera un mayor crecimiento, según PROCOMER.

Figura 2. Ventas mundiales de alimentos de salud y bienestar, por subcategoría, 2016.



Fuente: Autores a partir de (Euromonitor 2016, citado por PROCOMER, 2017)

Aunado a lo anterior, las tendencias respecto a la demanda de los consumidores cambia de las preferencias tradicionales: precio, sabor y conveniencia; a las preferencias evolucionadas: salud y bienestar, transparencia, inocuidad, impacto social y experiencia (Deloitte, 2017). Impulsado por los

consumidores de la generación X, Z y los millennials, que representan un 65 % de la población costarricense. Estos consumidores más jóvenes son los que están más dispuestos a respaldar sus sentimientos con sus billeteras, y a “medida que aumenta el poder adquisitivo de los millennials, los fabricantes y minoristas hacen el esfuerzo por comprender y conectarse con las necesidades de esta generación” (Nielsen, 2015, p. 16).

En el mercado mundial, la generación X, Z y los millennials son quienes están más dispuestos a pagar premium⁴ por alimentos de la categoría en cuestión, como se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje del mercado mundial que piensa que la salud y bienestar es importante y porcentaje que está dispuesto a pagar premium por productos de esta categoría

Grupo generacional	Salud y el bienestar es muy importante	Dispuestos a pagar premium
Generación Z	30 %	31 %
Millennials	33 %	29 %
Generación X	32 %	26 %
Baby Boomers	32 %	23 %
Seniors	24 %	15 %

Fuente: Autores a partir de (Nielsen, 2015)⁵

Deloitte (2017), señala que la categoría de salud y bienestar sigue siendo la principal para los consumidores, afirmado a partir de la última encuesta de Nielsen (2015)⁶, la cual establece que:

- Los consumidores están reduciendo el consumo de ciertos alimentos que normalmente son altos en grasa, azúcar o sodio.
- Los consumidores están adoptando una mentalidad de “regreso a lo básico”, centrándose en ingredientes simples y alimentos menos procesados.
- Más de la mitad de los consumidores dicen que están evitando los ingredientes artificiales, hormonas u organismos genéticamente modificados.
- El 77 % de los encuestados afirma que todos los ingredientes naturales son muy o moderadamente importantes en sus opciones de bocadillos.

De estos hechos se desprende que las personas quieren vivir una vida más saludable y esperan que la industria de bienes de consumo desempeñe un papel que los ayude a satisfacer sus necesidades (Deloitte, 2017).

Además, las ventas en Costa Rica, de alimentos relacionados con salud y bienestar superan los 1 000 millones de dólares en 2016 y han crecido a un promedio anual del 7 % en los últimos cinco años (Figura 3). Así mismo, la industria alimentaria, en general, se encuentra en crecimiento, siendo

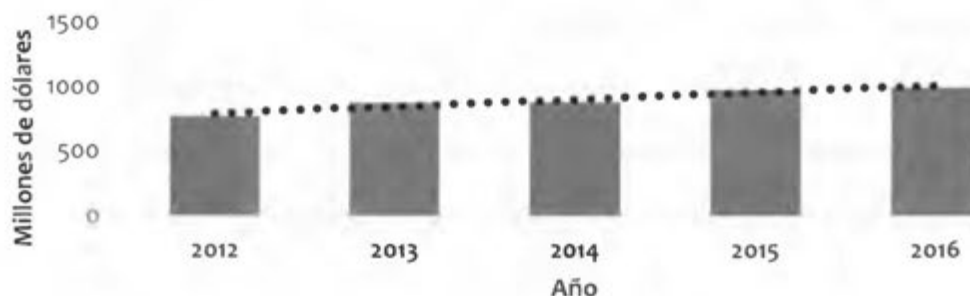
⁴ Se refiere a que los consumidores están dispuestos a pagar más por estos productos, por sus beneficios a la salud (Nielsen, 2015).

⁵ Nota del autor: “Los porcentajes son un promedio de los 27 atributos de salud en el estudio” (p. 16).

⁶ Se hace la aclaración que, pese a que la información extraída es mundial, refleja las tendencias en Latinoamérica, afirmación corroborada en una encuesta de la misma compañía publicada en 2014 realizada solamente en esta región y reconocida por PROCOMER.

el tercer sector de exportación de Costa Rica y logrando una balanza comercial⁷ positiva (PROCOMER, 2017).

Figura 3. Crecimiento de ventas en Costa Rica, bajo la categoría salud y bienestar, por año.



Fuente: Autores a partir de (Euromonitor 2016, citado por PROCOMER, 2017)

1.1.4 Nutrición, germinación y productos similares

El concepto de nutrición ha evolucionado notablemente debido a la constante investigación, de manera que las prioridades ya no se concentran en carencias nutricionales, sino que radican en la relación entre alimentación y enfermedades crónicas no transmisibles, considerando los efectos de la nutrición sobre el desarrollo cognitivo, psicomotor, inmunidad, crecimiento y composición corporal, de esta forma, los consumidores actuales son conscientes de sus necesidades y buscan en el mercado productos que contribuyan a su salud y bienestar.

Considerando este auge, la oferta de la industria alimenticia proporciona abundante información sobre las propiedades de los alimentos, especialmente de aquellos que ejercen una acción beneficiosa sobre algunos procesos fisiológicos y que reducen el riesgo de padecer alguna enfermedad, los cuales han sido denominados Alimentos Funcionales (AF), este tipo de alimentos afectan de forma positiva el organismo promoviendo un efecto fisiológico o psicológico más allá de su valor nutritivo tradicional (Olagnero, Abad, & Bendersky, 2007).

Un método que satisface las principales características de los AF es la germinación. Un germinado es cualquier grano que ha brotado gracias al contacto con el agua, el aire y el calor, por lo que comienza a crecer. Este proceso es una intensa actividad metabólica que da lugar a varias reacciones químicas, activando una cadena de reacciones enzimáticas poderosa que no se supera nunca en cualquier estado posterior de crecimiento, de manera que cuando los granos se germinan su contenido nutricional mejora y aumenta potencialmente, incrementando el aporte de la reserva nutritiva que poseen (proteínas, carbohidratos, vitaminas y sales minerales) (Silva, 2010).

La germinación como fuente de alimentos, es uno de los procesos más antiguos usado desde hace siglos. En China, en el año 3000 a. C., el emperador Shen Nong Ben Cao Jing incentivaba a su pueblo al consumo diario de germinados de legumbres. Chinos y japoneses germinaron especialmente la soya, el denominado mungo, y la cebada; para usarlos como suplemento fijo en su alimentación. En el Antiguo Egipto, las mujeres consumían germinados aromáticos como los del fenogreco o alholva, ya que al transpirar emanaba el agradable olor de este germinado. En

⁷ La balanza comercial se define como la diferencia entre el total de las exportaciones menos el total de las importaciones que se llevan a cabo en un país (Céspedes López, 2017).

occidente uno de los mejores navegantes del siglo XVIII, el capitán Cook, usó una bebida fermentada a base de germinados de cereales para prevenir el escorbuto (Ponce de León, Torija, & Matallana Cruz, 2013).

El interés en granos y otros ingredientes germinados está creciendo en consonancia, principalmente en los países del primer mundo como Estados Unidos, debido a que los consumidores prestan más atención a la salud digestiva, aunado al deseo de mayor valor nutricional en general. La firma de investigación de mercado Packaged Facts⁸ en su informe del año 2015 indica que casi una quinta parte (19 %) de los adultos estadounidenses incluyen en sus compras mensuales granos germinados (Food News LATAM, 2015). El interés en estos, es un porcentaje pequeño pero creciente de los consumidores que están reduciendo su consumo de hidratos de carbono, en particular de alimentos elaborados de trigo y maíz, según diferentes investigaciones en los Estados Unidos realizadas por la revista especializada New Nutrition Business.

Dicho medio publica en 2015 una encuesta dirigida por Way Better⁹ en colaboración con el Natural Marketing Institute, que encuentra que el 17 % de los estadounidenses son conscientes de los productos con granos germinados, pero los números están creciendo rápidamente y como prueba del potencial de los granos germinados se tiene el snack de la marca Way Better[®], con ventas de \$ 25 millones de dólares en sólo tres años, que están hechos de los granos de linaza, quínoa y maíz germinado, principalmente, y tienen un precio aproximado de \$ 3 a \$ 6 por paquete, según su presentación.

Por su parte Kelloggs[®] es la primera empresa grande en adoptar la tendencia, por lo que lanza una versión de granos germinados de su marca Kashi[®], con avena, cebada, trigo espelta y amaranto. Además, marcas orgánicas están utilizando granos germinados y el concepto también ha aparecido en otros alimentos como pizzas (Mellentin, 2015).

Propiamente en Costa Rica se comercializan productos germinados tales como el brote mismo (alfalfa y frijol, entre otros) para la preparación de ensaladas y otros alimentos, que se producen, por ejemplo, por ADAPEX (Asociación de Desarrollo Agrícola para la Exportación)¹⁰. También la PYME (Pequeña y Mediana Empresa) Microgreens¹¹ utiliza el proceso de la germinación para la producción de microvegetales¹², cultivando y comercializando “rúgula, remolacha, mostaza, rabanito, radichio, brócoli, repollo, col lombarda, acelga, girasol, lenteja, alfalfa, culantro y cebollino” (Sánchez, 2017). En algunos supermercados se pueden encontrar snacks importados, principalmente bajo la marca Way Better[®] Snacks, que entre sus ingredientes utiliza brotes de brócoli, rábano, chía, quino, frijol, entre otros (Mesalles, 2013).

El precio del brote germinado es variado, se encuentra entre los 700 y los 900 colones, dependiendo del producto y la presentación, para una cantidad de entre 90 y 150 gramos (Minys, 2018). Mientras que para los microvegetales el precio oscila entre los 2 500 y 6 000 colones,

⁸ Editorial líder de investigación de mercado en la alimentación, bebidas, productos de consumo y los sectores demográficos.

⁹ Empresa de Minneapolis, Minnesota.

¹⁰ Asociación de agricultores de la zona norte de Cartago.

¹¹ Emprendimiento familiar ubicado en Belén, Heredia.

¹² Alimentos funcionales a partir de un mayor desarrollo del brote, hasta convertirlo en una pequeña planta, realizado mediante agricultura de precisión (Sánchez, 2017). Pese a no ser un germinado tal cual, representa un sustituto.

dependiendo de la variedad y el tamaño (Microgreens Costa Rica, 2018); y en los snacks, el precio ronda entre los 3 500 y 4 000 colones por 11 onzas (311 gramos) de producto (Way Better Snacks, 2018).

Los germinados son un producto importante en el concepto de alimentación sana y que han ganado auge en los últimos años en otros países, debido a que brindan una gran cantidad de nutrientes necesarios para una alimentación balanceada. La comercialización a nivel nacional ha estado estancada, posiblemente debido al deficiente estudio de mercadeo que se ha realizado en los últimos años en este tipo de productos. Considerando el auge de consumo de AF y el tipo de mercado seleccionado, el cual posee una gran preferencia por productos innovadores y con procesos naturales ofrecer productos preparados, utilizando como materia prima granos germinados, tendría un alto grado de aceptación (Pérez Galeano & Zapata Valencia, 2015).

Se debe considerar que los procesos industriales de refinamiento de los alimentos ocasionan carencias nutricionales, es por esta razón que la germinación, al ser un concentrado de sustancias conservadoras y generadoras de salud, representa una técnica efectiva para aportar al organismo energía vital concentrada; no existen limitaciones de edad para su consumo, incluso las personas con problemas digestivos y enfermos convalecientes pueden agregar germinados a su dieta, debido a la riqueza enzimática que facilita la absorción por el organismo (Silva, 2010).

1.1.5 Oportunidad

Los grupos generacionales actuales identificados en el país (adultos y jóvenes) presentan un interés genuino en alimentos categorizados como “saludables”; además, según datos de PROCOMER, el mercado para este tipo de productos viene creciendo en los últimos años, por lo que en el país existen empresas que se dedican a elaborar este tipo de productos, las cuales serían potenciales clientes. En concordancia con lo expuesto anteriormente se presenta una oportunidad de negocio al desarrollar una materia prima dirigida hacia esta categoría, que le permita a dichas organizaciones elaborar alimentos novedosos que apelen a esas tendencias evolucionadas de los consumidores que buscan además de salud y bienestar, que el producto represente una extensión de sus valores.

Mediante el proceso de germinación se pretende potencializar el aprovechamiento de nutrientes y con la utilización de granos representativos de la región centroamericana, con la prioridad de que los mismos sean subproductos no aprovechables en los procesos productivos actuales o que su potencial de aprovechamiento sea poco desarrollado por las industrias locales. Se pretende lograr un producto saludable con elementos diferenciadores respecto a alimentos similares, aprovechando la tendencia evolucionada de salud y bienestar, y buscando una sintonía con las otras cuatro tendencias restantes para coincidir con los que son los impulsores de consumo de la mayoría de grupos generacionales.

1.1.6 Beneficios asociados al proyecto

En el estudio realizado por Nielsen (2015), con una muestra de más de 30 000 consumidores en 63 países del mundo, se evidencia que las personas están tratando de consumir alimentos más saludables en busca de bienestar, por varias razones, entre las que destacan el aumento de las tasas de enfermedades crónicas (el 73 % de las causas de muerte a nivel mundial), el aumento de autocuidado y prevención, los consumidores están más educados (asociado a un mayor uso de las tecnologías) y la presencia de una población más envejecida a nivel mundial.

Llevar una alimentación saludable estimula a la población a consumir alimentos variados, por lo que desarrollar un producto saludable que sea novedoso, como los germinados, permite ofrecer a la sociedad un alimento con numerosas virtudes: fácilmente asimilable, rico en proteínas, vitaminas, minerales, aminoácidos, enzimas e hidratos de carbono, y también son hipocalóricos¹³. Además, en el campo de la salud los germinados ayudan a combatir la anemia, suponen ahorro energético, ya que son alimentos predigeridos, se consideran depuradores del organismo, reguladores del sistema endocrino y del metabolismo en general.

No se consideran granos que contengan o aporten gluten¹⁴, por tanto, se beneficiaría a las personas que presenten condiciones médicas o tipos de hipersensibilidad alimentarias, tales como la enfermedad celíaca, la sensibilidad al gluten no celíaca y la alergia al gluten; ya que el tratamiento básico consiste en evitar componentes alimenticios específicos que contienen esta proteína (Sánchez Mateos, 2016). También podría aportar una serie de nutrientes que son difíciles de alcanzar con dietas vegetarianas/veganas, como la vitamina B-12, proteínas, hierro, calcio y ácidos grasos (BBC Mundo, 2016).

Actualmente, hay mercado para los germinados frescos, no obstante, la humedad necesaria para los procesos de germinación es también la necesaria para que algunas bacterias potencialmente peligrosas crezcan. La contaminación puede tener lugar por agua sucia o durante la conservación o el transporte si entran en contacto con objetos sucios; la recomendación para disminuir los riesgos es la de cocer los germinados ligeramente previo a su consumo (Palou, 2016). Por ende, la ventaja de una materia prima para alimentos procesados consiste en que se elimina uno de los aspectos negativos de los germinados, que es el riesgo de una alta carga microbiana que se asocia a un producto fresco.

Como incidencia indirecta, al utilizar como principal materia prima granos germinados, que sean representativos del país o de la región centroamericana, se verían afectados de forma positiva los ámbitos: económico, social y cultural de las regiones productoras de los insumos para el desarrollo del producto.

1.2 Objetivo general e indicadores de éxito

A continuación, se presentan el objetivo general del proyecto junto con los indicadores que determinan el éxito del mismo.

1.2.1 Objetivo general

Diseñar una materia prima que pueda ser utilizada para la producción de un alimento mejorado y funcional, que incorpore las tendencias evolucionadas en su proceso productivo y permita generar un impacto positivo en la salud de los consumidores, con base en la germinación de granos.

¹³“(…) aquella que disminuye el aporte calórico, lo que favorece la movilización de grasa almacenada en el tejido adiposo, con el consiguiente descenso progresivo del [peso corporal] a causa de la pérdida de [masa grasa]” (Bonfanti, Fernández, Gomez-Delgado, & Pérez-Jiménez, 2014, p. 641).

¹⁴Proteína de bajo valor nutritivo, cuyo uso se masificó debido a su capacidad de retener aire en la matriz proteica facilitando que la masa se adhiera mejor, fenómeno que favorece la elaboración del pan; está presente en cereales como el trigo, centeno, cebada, avena contaminada y variedades híbridas (Parada & Araya, 2010; Sánchez Mateos, 2016).

1.2.2 Indicadores de éxito

Con el fin de medir el grado de éxito del proyecto se definen los siguientes indicadores, que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Indicadores de éxito

Indicador(es)	Referencia(s)
Indicador cualitativo que valora la viabilidad comercial ¹⁵ , en función de los potenciales consumidores.	(Alcaraz Rodríguez, 2011)
Indicador de cumplimiento con los aspectos necesarios para ser una alternativa inocua y con potencial en mejora nutricional.	(FDA, 2011)
Indicadores financieros que valoran la viabilidad del negocio, bajo el cual se comercializa el producto diseñado, tales como VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno).	(Álvarez Falcón, 2013)

1.3 Limitaciones

Los estudios de biodisponibilidad¹⁶ y digestibilidad¹⁷ no responden a temáticas relativas a la ingeniería industrial, aunado a que los mismos son costosos y de larga duración. Por lo que el proyecto se desarrolla a partir de granos que cuenten con estos estudios de previo.

1.4 Marco de referencia teórico

Este pretende describir los aspectos necesarios para definir el diseño y desarrollo de un producto y como este se enmarca bajo un modelo de negocio, con el cual se busca aprovechar las preferencias evolucionadas de los consumidores; y las herramientas como el diseño de experimentos (DdE) que ayudan al diseño del producto alimenticio.

1.4.1 Diseño de producto y modelo de negocio

Como se menciona con anterioridad, se pretende la elaboración de una materia prima para la producción de alimentos. Un producto es algo vendido por una empresa a sus clientes, mientras que desarrollo de productos es el conjunto de actividades que se inicia con la percepción de una oportunidad de mercado y termina con la producción, venta y entrega de un producto. El desarrollo exitoso de una materia prima resulta en productos que se pueden producir y vender con rentabilidad (Ulrich & Eppinger, 2013).

Un modelo de negocio es una herramienta que permite definir con claridad qué se va a ofrecer al mercado, cómo se va a hacer, a quién se le va a vender, cómo se le va a vender y de qué forma va a generar ingresos. Los modelos que están funcionando son aquellos que son capaces de crear valor para el cliente, es decir, que tienen una propuesta de valor clara, que pueden llegar al cliente, que son capaces de diferenciarse, de establecer fuertes lazos con el cliente y de fidelizar (Megías, 2017).

¹⁵ La viabilidad comercial trata de comprobar que el bien o servicio tenga posibilidades de venta y desarrollo en el mercado (Departamento de Educación, n.d.).

¹⁶ La fracción de nutrientes en una dieta o alimento que puede ser utilizada por el organismo de manera efectiva, salvo raras excepciones (Periágo et al., 2001).

¹⁷ Facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición (Rodríguez et al., 2007)

El modelo de negocios B2B consiste en los servicios que una empresa realiza a otra, ideados para aumentar las ventas de los bienes o servicios (Megías, 2017); es decir, no es de cara al cliente final o consumidor. Estas organizaciones (B) que compran los productos de la compañía (A) pueden usarlos para la elaboración de productos finales o para su reventa.

El diseño de producto se relaciona con el modelo de negocio, siendo el primero la herramienta mediante la cual se crea un producto alimenticio que forme parte de la categoría de salud y bienestar, mientras que el segundo elemento es con el cual se aprovechan las preferencias evolucionadas de transparencia, inocuidad, impacto social y experiencia; estas son las que crean valor, establecen lazos fuertes y fidelizan a los clientes, y que además propicia la diferenciación y como herramienta, establece el norte a seguir para atraer clientes, definir ofertas de producto e implementar estrategias para tener éxito en el mercado (Álvarez Falcón, 2013).

Para este proyecto en sí, el modelo de negocio no es per se el componente innovador, sino que es el diseñar un alimento a partir de granos germinados. El incorporar la herramienta del modelo de negocio es lo que permite materializar el emprendimiento en razón del producto creado; por lo que, según lo explicitado anteriormente, el éxito del desarrollo del producto está supeditado a la comercialización y rentabilidad, para lo cual se puede usar esta herramienta.

Emprendimiento es un término que ha sido utilizado para identificar a quien comienza una empresa, a su vez fue ligado a empresarios innovadores. Fue a Joseph Alois Schumpeter, profesor de Harvard, a quien se le atribuye el utilizar por primera vez el término para referirse a aquellos individuos que con sus actividades generan inestabilidades en los mercados; es decir, a aquellos que en alguna medida causaban un cambio en el statu quo del mercado, al ofrecer un producto con valor agregado o elementos diferenciadores (Minniti, 2012), como es el caso de este proyecto.

Entre las metodologías para el diseño del producto se encuentra el diseño de experimentos (DdE, o DoE por sus siglas en inglés) el cual se define como “una prueba o serie de pruebas en las que se hacen cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso (...) para observar e identificar las razones de los cambios que pudieran observarse en la respuesta de salida” (Montgomery, 2013, pp. 1–2). El DdE es una herramienta fundamental en el ámbito de la ingeniería, y se considera como parte del proceso científico y uno de los medios para conocer el funcionamiento de sistemas y procesos. Esto naturalmente implica, ya sea la solución de problemas, mejoras u optimización de procesos o bien el diseño de nuevos productos y procesos.

El DdE es seleccionado con base en los objetivos del estudio, los procedimientos y las condiciones de prueba, los recursos disponibles y el tipo de prueba estadística a ser utilizada. Un diseño experimental apropiado y eficiente debe ser escogido para asegurar la confiabilidad de los datos y resultados (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías, 1992).

1.4.2 Producto alimenticio

En términos del Codex Alimentarius, un producto alimenticio es toda sustancia elaborada, semielaborada o natural, que se destina al consumo humano, incluyendo las bebidas y cualesquiera otras sustancias que se utilicen en la fabricación, preparación o tratamiento de los alimentos. Es toda sustancia o mezcla de sustancias naturales o elaboradas que ingeridas por el hombre, aporten a su organismo los materiales y la energía necesarios para el desarrollo de sus procesos biológicos (Organización Panamericana de la Salud, 2016).

Emplear el término alimento saludable es redundante, ya que, por definición, todo alimento lo es, siempre y cuando sea inocuo¹⁸, lo que varía en sí, es si es más o menos saludable dependiendo de sus propiedades nutritivas intrínsecas (Organización Panamericana de la Salud, 2016); por lo que se recurre a utilizar los términos mejorado y funcional.

Un alimento mejorado se define como tal cuando nutricionalmente se obtienen mejoras respecto a sí mismo inicialmente, a través de la incorporación de uno o más nutrientes mediante una modificación o métodos indirectos (Ford & Dahl, 2012). Esto se puede lograr mediante la fermentación, la germinación o el empleo de probióticos (García de Cortázar, 2016).

Los alimentos funcionales son aquellos que, en virtud de la presencia de componentes fisiológicamente activos, proveen beneficios para la salud más allá de la acción clásica; que contienen ingredientes que demuestran acciones que incrementan el bienestar del individuo o que disminuyen los riesgos de enfermedades, más allá de la función tradicional de los ingredientes que contienen. También pueden definirse de un modo más específico y restrictivo, como aquellos productos a los cuales intencionalmente y en forma controlada se les adiciona un compuesto específico para incrementar sus propiedades saludables (Navarro-González & Periago, 2016).

Los términos mejorado y funcional hacen hincapié en lo importante que resultan las propiedades nutritivas; dicho esto, por nutrición se entiende que es la ciencia que trata la naturaleza y la distribución de los nutrientes en los alimentos, de sus efectos metabólicos y de las consecuencias de la ingesta insuficiente de alimentos (Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.06.55.09 Buenas Prácticas de Higiene para Alimentos No Procesados y Semiprocados y su Guía de Verificación, 2009), en palabras más coloquiales trata del estudio de la ingesta de alimentos en relación con las necesidades dietéticas del organismo.

1.4.3 Nutrición

A su vez los nutrientes hacen referencia a compuestos químicos contenidos en los alimentos que se absorben y utilizan para mantener la salud. Algunos nutrientes son de especial atención porque el organismo no puede sintetizarlos y por ello tienen que ser obtenidos de lo que se ingiere cotidianamente; esta categoría se conoce como nutrientes esenciales, algunos ejemplos son los siguientes: vitaminas, elementos minerales, aminoácidos, ácidos grasos y cierta cantidad de hidratos de carbono como fuentes de energía (Periago, Martínez-Valverde, Ros, Martínez, & López, 2001). Los no esenciales por su parte son aquellos que el organismo puede sintetizar a partir de otros compuestos, aunque también pueden obtenerse de la dieta.

Los nutrientes se dividen generalmente en macronutrientes y micronutrientes (R. S. Porter & Kaplan, 2014), en uno de los intentos por definir qué es un alimento saludable la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) los define como todos aquellos que por porción no aporten más de 13 gramos de grasas totales, 4 gramos de grasa saturada, 60 mg de colesterol y 460 mg de sodio. Además, debe cubrir un mínimo del 10 % de las recomendaciones diarias de por lo menos uno de los siguientes nutrientes: proteínas, calcio, vitamina C, hierro, fibra o vitamina A (FDA, 2011).

¹⁸ Entendiendo inocuo como que es libre de peligro, digno de confianza, que no produce daño alguno (Organización Panamericana de la Salud, 2016).

1.4.4 Germinación de granos

El elemento que potencializa el aprovechamiento de todos esos beneficios para la salud de los consumidores es la germinación, término alternativo a la palabra brotar, aunque el proceso de germinar va un poco más allá del brote básico y brinda como resultado una pequeña planta que ha crecido parcialmente. En la alimentación viva se busca específicamente germinar frutos secos, semillas, frijoles u otros granos con el fin de hacerlos comestibles y de más fácil digestión (Matilla, 2008). Un germinado, por su parte, es cualquier semilla que ha brotado gracias al contacto con el agua, el aire y el calor, con lo que comienza a crecer.

La germinación es una intensa actividad metabólica, donde tienen lugar varias reacciones químicas, entre las cuales destaca la síntesis de enzimas, los cambios químicos que ocurren en la semilla al germinar activan una fábrica enzimática poderosa, que no se supera nunca en cualquier estado posterior de crecimiento (Silva, 2010). Cuando los granos germinan su contenido nutricional cambia, se mejora y aumenta. En cuanto la semilla entra en contacto con el agua, el oxígeno y el calor son necesarios, y empieza a desarrollarse un cambio y tienen lugar entre otros los siguientes fenómenos (Souza, 2016):

- Mediante la absorción de agua la semilla duplica su volumen y revienta la cáscara protectora.
- Las enzimas se activan y provocan una serie de transformaciones:
 - Las sustancias de reserva son predigeridas y se transforman en aminoácidos, algunos de los cuales son imprescindibles para el ser humano.
 - El contenido proteico de la semilla queda presente en el germinado, pero de una forma más fácilmente asimilable.
 - Las sales minerales (calcio, fósforo, hierro, potasio y magnesio) también se multiplican.
 - Las grasas se transforman en ácidos grasos y el almidón en maltosa y dextrina, azúcares más simples que exigen menos esfuerzo al aparato digestivo. Así pues, se reduce la naturaleza feculosa de la semilla.

Además de lo mencionado, los germinados o brotes son hipocalóricos, ayudan a combatir la anemia y suponen ahorro energético ya que son alimentos “predigeridos”. Igualmente, se consideran depuradores del organismo, reguladores del sistema endocrino y del metabolismo en general (Silva, 2010).

Pese a que la germinación básica es un proceso relativamente fácil de implementar, no en todos los casos se ha probado de manera científica que agregue valor al alimento que se desea elaborar, por lo anterior, se incluyen únicamente granos que cuenten con estudios que muestren como dicha operación potencia la presencia o absorción de nutrientes, en este caso como la digestibilidad, que es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento; es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Esta comprende dos procesos, la digestión que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino (Rodríguez, Simoes, & Guimaraes, 2007).

La digestibilidad se obtiene, convencionalmente, restando de la cantidad consumida de un determinado nutriente, la cantidad excretada con las heces u orina. Por su parte cuando se habla de biodisponibilidad se hace referencia a la fracción de nutrientes en una dieta o alimento que

puede ser utilizada por el organismo de manera efectiva, salvo raras excepciones (Martínez, Ros, Periago, & López, 1999).

1.4.5 Tendencias evolucionadas

La estrategia de acudir fuertemente a temas de salud y bienestar se hace con el objetivo manifiesto de apelar a las tendencias evolucionadas de los consumidores, identificadas en estudios de mercado. Entre las tendencias se tiene la transparencia, la cual se entiende como la acción proactiva de dar a conocer la información relativa a los ámbitos de actuación y obligaciones, de una forma comprensible mediante los instrumentos de difusión que les permitan un amplio y fácil acceso a los datos y faciliten su participación de todas las partes interesadas (Molina Rodríguez-Navas, Simelio Solà, & Corcoy Rius, 2017); es decir, reportar con claridad aspectos pertinentes del proceso bajo el cual opera una marca o empresa. Esto incluye, en el caso de los alimentos, los ingredientes y sus orígenes, los aditivos presentes, métodos de cultivo y procesamiento, sostenibilidad, costo neto real, salarios y seguros del personal, trato justo, impacto ambiental, bienestar animal, entre otros (Henkes, 2015).

Al tratarse de alimentos, su inocuidad es trascendental y puede definirse como el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurarse de que una vez ingeridos, no representen un riesgo para la salud (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1999). Enmarcado, esto, en la tendencia de impacto social, puesto que los consumidores creen que existen vínculos entre su propia salud y las condiciones en las que se crían los animales o se trata a las personas, se incluyen el manejo de los cultivos, aprovechamiento de los recursos, e incluso el trato justo, tanto de los animales como de los trabajadores, que hacen parte de los procesos de producción.

Los consumidores son cada vez más conscientes de la sostenibilidad detrás de los productos, estudios recientes de Nielsen y Deloitte muestran que tales consumidores están más dispuestos a pagar más por productos y servicios vistos como sostenibles o provenientes de empresas sociales, y ambientalmente responsables; estos elementos, junto con una experiencia de compra satisfactoria en donde las emociones, sensaciones y recuerdos que forman parte de la decisión de compra de un consumidor sean incorporadas, brindan el norte en el desarrollo del producto (Guerrero, 2014).

1.4.6 Aceptación y viabilidad económica

Para la viabilidad comercial es fundamental el estudio de mercado, donde se recojan y analicen datos sobre el entorno, competencia y los potenciales consumidores; para tratar de comprobar que el bien tenga posibilidades de venta y desarrollo en el mercado (Departamento de Educación, n.d.).

Por último, pero no menos importante, el emprendimiento en el diseño de un producto, junto con la herramienta del modelo de negocio, debe tener una viabilidad económica; es decir, se deben trazar líneas de planificación, evaluación y control del futuro, utilizando el análisis de mercado, el plan de marketing, el plan organizacional, recursos humanos, el plan de producción entre otros elementos (Minniti, 2012).

Es decir, el éxito del desarrollo de productos responde, como se detalla al inicio del marco de referencia, a una estimación de las posibilidades que tiene de generar ingresos suficientes para

asegurar su rentabilidad; por lo tanto, se utilizan diversos indicadores, dentro de los cuales los más usados son el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), y también se puede usar la razón Beneficio Costo (B/C), indicadores de Costo Efectividad o de Período de Recuperación de la Inversión entre otros (Álvarez Falcón, 2013).

1.5 Metodología general

A continuación, en las Tablas 3, 4, 5 y 6 se muestran las metodologías generales para las etapas de diagnóstico, diseño y validación, respectivamente; siendo estas el conjunto de métodos a seguir durante el desarrollo del proyecto.

Tabla 3. Metodología general de diagnóstico

Actividad	Herramienta	Resultado
Caracterización del mercado y del consumidor	Revisión bibliográfica	Tendencias de consumo y estilos de vida
	Revisión bibliográfica	Tamaño de mercado
	Revisión bibliográfica	Consumo aparente y demanda potencial
	Modelo de las cinco fuerzas de Porter y revisión bibliográfica	Estudio del entorno
Estudio técnico	Revisión bibliográfica	Lista de granos a utilizar en la etapa de diseño
	Revisión bibliográfica	Lista de granos viables
	Revisión bibliográfica	Metodologías para la germinación
Estudio legal	Revisión bibliográfica y consulta con expertos	Estudio legal a nivel macro

Tabla 4. Metodología general de diseño

Actividad	Herramienta	Resultado
Selección del concepto del producto a lanzar, es decir descripción concisa de la forma en que el producto va a satisfacer las necesidades del cliente (negocio)	Revisión bibliográfica	Tipos de productos
	Estudio de campo, revisión bibliográfica y pruebas piloto	Granos con viabilidad de germinación
	Revisión bibliográfica	Selección del concepto del producto
Diseño del producto mínimo viable	Metodología Lean Startup	Producto con el mínimo de características posibles y decisión de pivotar o perseverar
Definición del diseño del producto	Diseño estadístico de experimentos	Condiciones de operación para la realización del producto
Descripción de la tecnología requerida	Revisión bibliográfica	Tecnología requerida para la elaboración de la materia prima
Diseño del proceso productivo	Mapeo del proceso productivo	Proceso de producción de la materia prima

Tabla 5. Metodología general de diseño (continuación)

Actividad	Herramienta	Resultado
Definición de requerimientos de operaciones	Estudio de campo y revisión bibliográfica	Necesidades de materias primas, componentes, materiales de empaques y otros artículos relacionados
Determinación de la capacidad instalada	Cálculo de capacidad	Rendimiento máximo de la planta de producción
Diseño de instalaciones	Diseño modular	Tamaño y diseño de la instalación
Localización de instalaciones	Macroanálisis y microanálisis (algoritmo de localización)	Ubicación aproximada de la instalación
Estudio legal	Revisión bibliográfica	Marco legal a nivel micro
Diseño de empaque y etiqueta	Revisión bibliográfica	Empaque y etiqueta diseñados
Diseño de la estrategia de publicidad	Estudio de campo y revisión bibliográfica	Estrategia y costos de publicidad
Fijación de precio	Metodología de asignación de un precio de referencia Costeo de producción	Precio de la materia prima

Tabla 6. Metodología general de validación

Actividad	Validación	
	Herramienta	Resultado
Aplicación de pruebas químicas de laboratorio para estudiar el contenido nutricional de la harina de lenteja germinada	Análisis químicos de laboratorio Lambda S.A.	Evaluación del potencial de mejora nutricional e impacto social
Ejecución entrevistas a potenciales clientes	Medios tecnológicos para la aplicación de entrevistas	Viabilidad comercial
Estudio financiero	VAN y TIR	Viabilidad económica

1.6 Cronograma de trabajo

Se procede a presentar, en la Tabla 7, el cronograma detallado para el desarrollo de las actividades presentadas en la metodología.

Tabla 7. Cronograma de trabajo

Actividad	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Duración (semanas)
Etapa: Diagnóstico	27-Oct-2018	1-Dic-2018	5,0
Caracterización del mercado y del consumidor	27-Oct-2018	1-Dic-2018	5,0
Estudio técnico	27-Oct-2018	26-Nov-2018	4,3
Estudio legal	10-Nov-2018	17-Nov-2018	1,0
Etapa: Diseño	23-Feb-2019	5-Jul-2019	18,9
Selección del concepto del producto a lanzar	23-Feb-2019	9-Mar-2019	2,0
Producto mínimo viable	17-Mar-2019	1-Abr-2019	2,1
Definición del diseño del producto	9-Mar-2019	18-May-2019	10,0
Descripción de la tecnología requerida	18-May-2019	25-May-2019	1,0
Diseño del proceso productivo	25-May-2019	2-Jun-2019	1,1
Requerimientos de operaciones	2-Jun-2019	9-Jun-2019	1,0
Capacidad instalada	9-Jun-2019	14-Jun-2019	0,7
Diseño de instalaciones	14-Jun-2019	19-Jun-2019	0,7
Localización de instalaciones	19-Jun-2019	26-Jun-2019	1,0
Estudio legal	26-Jun-2019	30-Jun-2019	0,6
Diseño de empaque y etiqueta	30-Jun-2019	2-Jul-2019	0,3
Estrategia de publicidad	2-Jul-2019	3-Jul-2019	0,1
Fijación de precio	3-Jul-2019	5-Jul-2019	0,3
Etapa: Validación	16-Jul-2019	3-Ago-2019	5,6
Evaluación de la satisfacción del cliente y viabilidad comercial	16-Jul-2019	17-Ago-2019	4,6
Estudio financiero	16-Jul-2019	24-Ago-2019	5,6
Total	27-Oct-2018	24-Ago-2019	29,5

Capítulo II. Diagnóstico

2.1 Objetivos

Para el caso específico del diagnóstico de este proyecto, se presentan los siguientes objetivos.

2.1.1 Objetivo general

Identificar las condiciones y las características del mercado, las empresas clientes, así como de granos viables con el fin de marcar un rumbo que se ajuste a las condiciones que se presentan en el entorno.

2.1.2 Objetivos específicos

- Analizar el mercado de snacks saludables, con el fin de encontrar las características necesarias, que se alinean a las necesidades del consumidor.
- Identificar el posicionamiento y el planteamiento competitivo de las empresas a nivel local, con el fin de integrar estas condiciones a la etapa de generación de conceptos y poder contemplar el uso de recursos.
- Estudiar granos en los aspectos de funcionalidad, disponibilidad de producción, el almacenamiento y el procesamiento con el fin de identificar una lista de candidatos viables.

2.2 Metodología de diagnóstico

A continuación, en la Tabla 8 se muestra la metodología.

Tabla 8. Metodología de diagnóstico

Actividad	Herramienta	Resultado
Caracterización del mercado y del consumidor	Revisión bibliográfica	Tendencias de consumo y estilos de vida
	Revisión bibliográfica	Tamaño de mercado
	Revisión bibliográfica	Consumo aparente y demanda potencial
	Modelo de las cinco fuerzas de Porter y revisión bibliográfica	Estudio del entorno
Estudio técnico	Revisión bibliográfica	Lista de granos a utilizar en la etapa de diseño
	Revisión bibliográfica	Lista de granos viables
	Revisión bibliográfica	Metodologías para la germinación
Estudio legal	Revisión bibliográfica y entrevistas con expertos	Estudio legal a nivel macro

2.3 Caracterización del mercado y del consumidor

El primer gran acotador del mercado es los productos alimenticios. A su vez se tiene la comida empacada, por lo que este sería el segundo filtro a aplicar en la caracterización del mercado. La categoría salud y bienestar sería el tercer delimitador.

2.3.1 Análisis de tendencias alimentarias de los consumidores y estilo de vida

Con respecto a los productos alimenticios, empaçados, de la categoría salud y bienestar, para los próximos tres años la demanda se ve intensificada, con más consumidores:

- Orientados a la salud: comida fresca, natural y sin aditivos.
- Polarizados: diferentes prioridades de valor y servicio.
- Étnicos: quieren comidas auténticas (representativas de su región)
- Activistas: demandan transparencia y prácticas sostenibles.
- Urbano: quiere experiencias convenientes y sofisticadas.

Pero siempre estando altamente orientado hacia los valores (Henkes, 2015).

Los consumidores opinan que los siguientes factores, mostrados en la Tabla 9, tienen una gran influencia a la hora de tomar decisiones de compra.

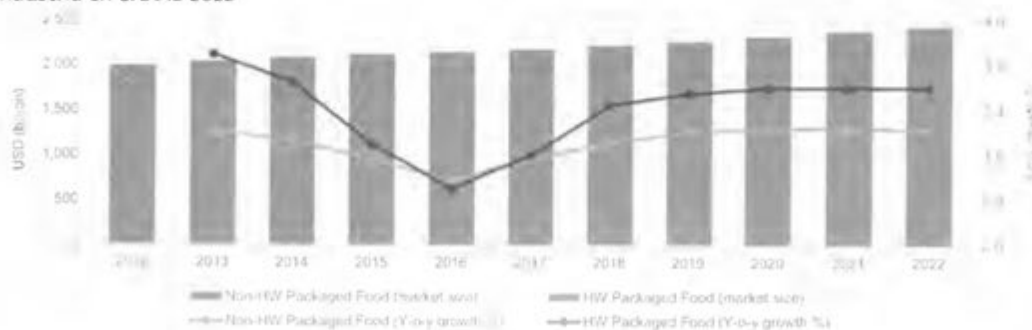
Tabla 9. Factores que influyen en la decisión de compra de alimentos

Factores	Porcentaje que afirma que dichos factores influyen sus compras
Salud y bienestar	89 %
Comprar local	84 %
Sin químicos ni pesticidas	84 %
Etiquetas limpias	82 %
Producción sostenible	82 %
Sin hormonas	79 %
Sin maltrato animal	79 %

Fuente: Autores a partir de (Henkes, 2015).

La industria de alimentos para la salud y el bienestar está experimentando un crecimiento del 2,1 %, por delante de los alimentos empaçados regulares (1,7 %), impulsados por las preferencias del consumidor hacia una oferta más natural, con el objetivo de adoptar un enfoque más holístico¹⁹ para una dieta saludable. La venta bajo esta categoría representa aproximadamente un 20 % del mercado de alimentos empaçados y se espera un desarrollo más rápido en los próximos años (Mascaraque, 2018b). Esto se puede apreciar en la Figura 4.

Figura 4. Comida empaçada de la categoría salud y bienestar vs Comida empaçada regular: La evolución de la industria en el 2012-2022



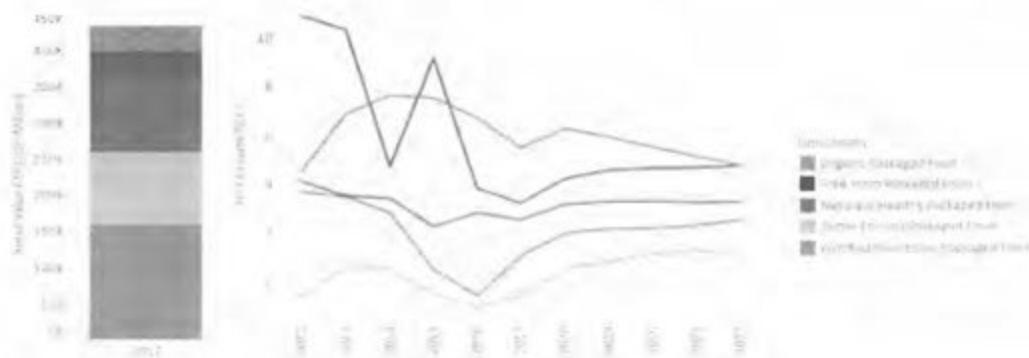
Fuente: (Mascaraque, 2018b)

¹⁹ Se contemplan los factores mentales, físicos, emocionales y sociales (Castro, 2014).

Además, “las tendencias percibidas globalmente son impulsadas por el mundo occidental” (Mascaraque, 2018b, p. 10).

Esto ha resultado en cambios rápidos en las carteras de marcas / categorías de manufacturas clave, así como en la creciente innovación de los productores más pequeños. Estos factores ya han sido el motivador clave del crecimiento en los últimos dos años después de una caída en las ventas durante 2013-2016. Los cambios en las preferencias de los consumidores han beneficiado claramente a los alimentos que se perciben como menos procesados o más naturales, orgánicos y libres de (relacionados con las intolerancias), como se aprecia en la Figura 5 (Mascaraque, 2018b).

Figura 5. Comida empacada de la categoría salud y bienestar. Crecimiento por subcategoría: La evolución de la industria 2012-2022



Fuente: (Mascaraque, 2018b)

Los alimentos empacados relacionados con las intolerancias y la comida orgánica lideran el mercado. En el caso de la primera subcategoría, el crecimiento se relaciona con la percepción de que los productos sin gluten y sin lactosa son más sanos y más naturales; por lo que las masas se han unido a la población intolerante, y además se espera que esta base de consumidores continúe creciendo en los próximos años. Esto, junto con una mayor demanda de alimentos de origen vegetal en relación con los factores ambientales y de sostenibilidad, es un factor clave para el fuerte crecimiento de alimentos sin lácteos y alternativas a los alimentos con carne; y la respuesta a esta tendencia es la innovación en productos, los cuales en su mayoría provienen de Latinoamérica y Europa del Este.

Además, los consumidores buscan cada vez más productos mínimamente procesados o no procesados, en línea con la tendencia de etiquetado limpio. Lo orgánico encaja perfectamente dentro de estas tendencias, ya que los consumidores perciben estas ofertas como más naturales y saludables que las ofertas regulares, así como más sostenibles (Mascaraque, 2018b).

Ahora bien, pese a que los alimentos funcionales/fortificados y los reducidos en²⁰ son los “grandes perdedores” dentro de la categoría; en los países emergentes o en vías de desarrollo (principalmente los Latinoamericanos) son particularmente relevantes, ya que se utilizan para reducir las brechas nutricionales (Mascaraque, 2018b). En cualquier caso, el número de consumidores de clase media en las áreas urbanas de Latinoamérica está aumentando, y se espera

²⁰ Traducción que hace PROCOMER de la subcategoría Better For You, y que los autores respetarán a lo largo del documento para hacer referencia a dicha subcategoría.

que generen una demanda significativa y creciente de una amplia gama de bienes y servicios de consumo en los próximos años (Barbalova, Cherian, & Atanasova, 2018).

Un mayor ingreso disponible permite a los consumidores pagar alimentos saludables y naturales, ya que estos alimentos a menudo cuestan más que la comida chatarra. Las familias de ingresos más altos tienen más probabilidades de gastar dinero en frutas y verduras frescas, granos integrales y otros alimentos ricos en nutrientes (Barbalova et al., 2018). A su vez que los consumidores están buscando productos y servicios que apoyen una rutina y un estilo de vida holístico, incluido el bienestar físico y mental, así como servicios personalizados de manera que se ajusten a sus necesidades nutricionales y opciones dietéticas (Mascaraque, 2018b).

2.3.1.1 Etiquetado limpio

El etiquetado limpio es una nueva tendencia en productos alimenticios que ha sido tomada por una multitud de partes interesadas de la industria alimentaria. El término etiqueta limpia aparece por primera vez durante la década de 1980 cuando los consumidores comenzaron a evitar los códigos de identificación de aditivos de Europa²¹ que figuran en las etiquetas de los alimentos porque supuestamente estaban asociados con efectos negativos para la salud (Asioli et al., 2017). La industria alimentaria ha comenzado a responder a la creciente demanda de los consumidores de dichos productos al suministrar productos alimenticios que se perciben como “más limpios” (Katz & Williams, 2011, citado por Asioli et al., 2017).

Se define una etiqueta limpia “al producirse sin aditivos químicos”, tener listas de ingredientes fáciles de entender y producirse mediante el uso de técnicas tradicionales con un procesamiento limitado (Edwards, 2013, citado por Asioli et al., 2017).

La publicidad del valor nutricional en las etiquetas de los alimentos es esencial. Se relaciona con aquellos que buscan ingredientes de moda, pero lo más importante es que brindan a los consumidores información nutricional de un vistazo, lo que les ayuda a elaborar una dieta basada en lo que están buscando (Mascaraque, 2018a).

2.3.1.2 Entorno nutricional costarricense

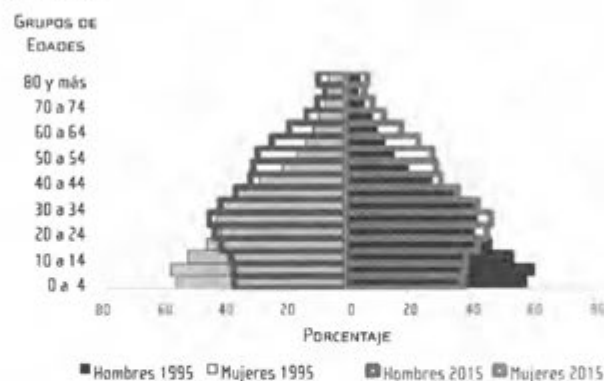
Costa Rica actualmente tiene poco más de cinco millones de habitantes; sin embargo la tasa de crecimiento poblacional ha disminuido constantemente en los últimos 20 años, producto del avanzado proceso de transición demográfica en el que se encuentra el país, así lo demuestran los cambios en los componentes demográficos (Unidad de Estadísticas Demográficas del INEC, 2016). La esperanza de vida al nacer ha alcanzado los 80 años en promedio, la Tasa Global de Fecundidad (TGF) es menor que el nivel de reemplazo generacional y la tasa bruta de mortalidad que empieza a aumentar.

Esta situación tiene como consecuencia una modificación en la estructura poblacional del país y una desaceleración del ritmo de crecimiento. Los cambios en la pirámide poblacional es un fenómeno conocido y estudiado, como se visualiza en la Figura 6, y este panorama se acentuará más aún para el año 2030 (Euromonitor International, 2018a).

²¹ Son los números de código utilizados para identificar los aditivos alimentarios en Estados Unidos (Asioli et al., 2017).

Figura 6. Pirámide poblacional

Distribución relativa de la población por sexo y grupos de edades, 1995 y 2015



Fuente: (Unidad de Estadísticas Demográficas del INEC, 2016)

Además de los retos típicos asociados a una población que se dirige hacia el envejecimiento, en el país se presentan otros desde el punto de vista nutricional, así lo reflejan las encuestas sobre nutrición realizadas por el Ministerio de Salud (2013), estas permiten observar cómo esta problemática es una realidad tangible.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Panamericana de la Salud (PAHO), cerca del 58 % de los habitantes de la región tienen sobrepeso (360 millones de personas), mientras que la obesidad afecta a 140 millones de personas, lo que aproximadamente representa el 23 % de la población regional. La creciente conciencia de los problemas de salud relacionados con la obesidad y la diabetes ha incitado a las personas a llevar estilos de vida más activos y a comer alimentos más saludables y menos procesados. Además, la prevalencia generalizada de estas enfermedades ha obligado a los gobiernos de América Latina a adoptar regulaciones alimentarias y políticas de etiquetado más estrictas (Barbalova et al., 2018). El etiquetado es un factor clave para influir en los consumidores para que tomen decisiones más saludables (Bourlier, 2018).

En el panorama local, el sobrepeso y la obesidad en niños y adolescentes es un riesgo a tener en cuenta en una población adulta enferma, donde su capacidad productiva y de rendimiento económico se vea afectada. Según datos estadísticos de la Encuesta Nacional de Nutrición 2008 – 2009 (2013) realizada por el Ministerio de Salud estas son algunas de las cifras:

- Tres de cada 10 niños presentan problemas de sobrepeso y obesidad.
- El 8,1 % de los niños entre uno y cuatro años presentan sobrepeso.
- En adolescentes el 14,7 % tiene sobrepeso y el 6,1 % obesidad.
- Se estima que la tasa de sobrepeso y obesidad en adultos asciende al 64,5 %.
- El 66,6 % de las mujeres costarricenses entre 20 y 45 años son obesas o tienen sobrepeso y el problema es mayor en las mujeres de 45 a 64 años que representan un 77,3 %.
- En el caso de los hombres esta problemática afecta al 62,4 % de la población.
- El 39,8 % de los hombres costarricenses entre 20 y 44 años presentan sobrepeso y el 19,1 % obesidad.

- El 49,2 % de los hombres costarricenses entre 45 y 64 años presentan sobrepeso y el 18,7 % obesidad.

Ante la problemática observada, el Ministerio de Educación Pública (MEP) decide realizar el primer Censo de Peso y Talla a nivel nacional en 2016, encontrando datos similares en niños en edad escolar (Figura 7).

Figura 7. Nutrición en niños en edad escolar



Fuente: Autores a partir de: (Equipo Técnico Nacional del Censo, 2016)

Con este panorama, se impulsa el Decreto Ejecutivo No. 36910-MEP-S, Reglamento para el Funcionamiento y Administración del Servicio de Soda en los Centros Educativos Públicos (2013), este decreto que pretende promover hábitos alimentarios saludables, le da un impulso (obligatorio) a las empresas para que innoven con productos más sanos (Fallas Villalobos, 2015). Así mismo, el MEP lanza una transformación alimentaria y nutricional que renueva el Programa de Alimentación y Nutrición del Escolar y del Adolescente (PANEA), que plantea un nuevo menú diferenciado para Preescolar, Primaria, adolescentes y adultos, y con adecuaciones a necesidades especiales²² (Presidencia de la República de Costa Rica, 2017). En este escenario empresas que ofrecen snacks denominados saludables han ganado un nicho de mercado importante al implementar el uso de ingredientes funcionales más naturales y reconocibles, especialmente semillas y frutos secos como las almendras, la chía, harina de avena y las semillas de lino (Equipo Técnico Nacional del Censo, 2016).

En los años 2017-2018, se espera que las oportunidades de desarrollo más prometedoras durante el período del pronóstico continúen asociadas con la aparición de bocadillos más naturales, en particular aquellos capaces de apuntar a niños y adultos jóvenes, que van a mantener la demanda en el futuro. Se espera que los productos reducidos en azúcar y sin aditivos artificiales adquieran todavía más relevancia para el año 2023, mientras que también se espera que el contenido tradicionalmente bajo en grasa y bajo en sal se mantenga en la mente de los consumidores promedio (Euromonitor International, 2018c).

²² Centros de enseñanza especial y poblaciones con alergias o intolerancias

Todo apunta a que los padres buscarán cambiar gradualmente y mejorar la forma en que preparan sus bocadillos incluyendo las loncheras y refrigerios de sus hijos, para cumplir con los nuevos estándares dietéticos que se están desarrollando.

2.3.1.3 Consumo de granos

La salud es el mayor impulsor del consumo de granos, debido a la creciente preocupación por las formulaciones potencialmente dañinas de los alimentos procesados. Uno de los segmentos de consumidores clave son los veganos y vegetarianos, junto a los demás consumidores que son más conscientes de la salud. Un número creciente de individuos está buscando reducir su consumo de carne, en algunos casos, en otros dejar de comer carne y lácteos por completo; y son estos consumidores los que consideran que los granos son una parte fundamental de sus comidas, con un alto valor nutricional.

Este segmento también es impulsado, además de por la salud, por las preocupaciones ambientales, aunado a la creciente moda de los movimientos del veganismo / vegetarianismo; sin embargo, la salud y la moda no son excluyentes, ya que muchos consumidores siguen las tendencias de los alimentos en boga, pero están interesados en los beneficios para la salud, aprenden y se apegan a ellos como parte de su dieta habitual. De la misma manera, los millennials son un objetivo clave de estos granos, ya que son embajadores de las tendencias de alimentos saludables y los movimientos veganos / vegetarianos (Mascaraque, 2018a).

A medida que los países latinoamericanos se recuperan de la desaceleración económica, los consumidores están siendo más racionales y prudentes en sus decisiones, dando prioridad a los elementos que son esenciales, adecuados a su presupuesto y que representan un riesgo menor inversión: los ingredientes que ya conocen y están familiarizados. Además, los consumidores tienden a confiar más en los ingredientes locales y ofrece un sentido de orgullo en los productos locales / caseros (Bourlier, 2018).

2.3.2 Tamaño de mercado

Para buscar estimar el número de clientes potencialmente interesados se debe tomar en consideración los actuales, más la suma de aquellos que, sin consumir actualmente, podrían llegar a hacerlo si se dieran determinadas circunstancias (Rodríguez Alcaraz, 2011). Además de esta arista, es importante estimar la cuantía de la demanda global a partir de la opinión de expertos como vendedores, distribuidores, fabricantes y cuanto factura la competencia con base en fuentes de información confiables, es decir, se debe establecer el segmento de mercado donde operará la empresa (Castillo, 1999).

El mercado mundial, al igual que el costarricense, tiene una tendencia creciente en la categoría de comida empacada de salud y bienestar. Particularmente en Costa Rica del año 2012 al 2016 el sector crece a un promedio del 7 % anual. El volumen del negocio en el país alcanza los 1 000 millones de dólares, tal y como se muestra en la Figura 8.

Figura 8. Datos de ventas de alimentos de Salud y Bienestar en Costa Rica, según subcategoría, en millones de dólares estadounidenses

Categoría	2012	2013	2014	2015	2016	Part. 2016	CARG 12-16
Fortificado/funcional	276	327	327	352	378	38%	8%
Reducido en	277	304	301	316	331	33%	5%
Natural	190	210	213	226	239	24%	6%
Relacionado intolerancias	32	38	44	52	58	6%	16%
Orgánico	1	2	2	2	2	0%	11%
Total	775,1	880,9	886,6	947,9	1.006,7	100%	7%

Fuente: (Euromonitor 2016, citado por PROCOMER, 2017)

Propiamente para el año 2018, se estima que particularmente los snacks como las galletas dulces, y los aperitivos de frutas registran un volumen minorista del 2 % y un crecimiento del valor actual del 5 %, alcanzando las 17 300 toneladas, con un valor de 72 mil millones de colones, respectivamente (Euromonitor International, 2018c). Además, se espera que se mantenga creciendo a un ritmo no menor al 5 % (Figura 9).

Figura 9. Desempeño de ventas de galletas dulces, bocadillos y bocadillos de frutas

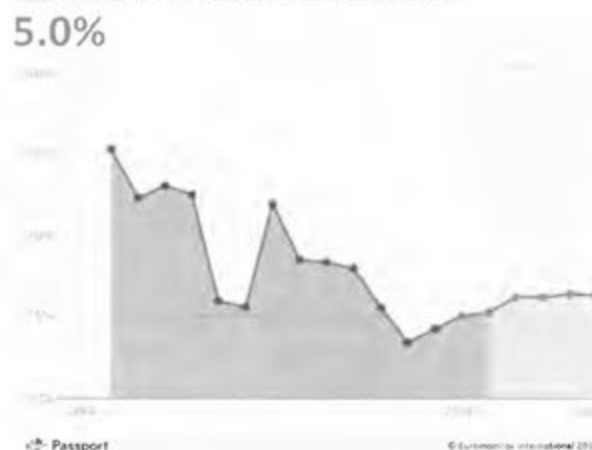
Año	Valor minorista RSP - CRC millones	Crecimiento% YOY
2004	23.0	-
2005	26.6	15.3
2006	29.8	12.3
2007	33.7	13.1
2008	37.9	12.5
2009	40.2	5.9
2010	42.4	5.5
2011	47.4	11.9
2012	51.5	8.5
2013	55.8	8.4
2014	60.2	8.0
2015	63.5	5.5
2016	65.6	3.3
2017	68.4	4.2
2018	71.7	3.0
2019	75.6	5.2
2020	80.1	6.1
2021	85.0	6.1
2022	90.4	6.3
2023	96.0	6.2

Fuente: (Euromonitor International, 2018c)

Las perspectivas de crecimiento son tan alentadoras, por la base amplia de consumidores locales con ingresos medios y altos que se dan cuenta de los beneficios de adoptar dietas y estilos de vida más equilibrados.

Figura 10. Crecimiento esperado

Sales Performance of Sweet Biscuits, Snack Bars and Fruit Snacks in Costa Rica
 Mil millones de ventas minorista internacionales: +5% Crecimiento 2004-2021



Fuente: (Euromonitor International, 2018c)

En la Figura 10, es posible apreciar de manera gráfica cuales son las perspectivas de crecimiento del sector en donde se prevé que el crecimiento hasta 2023 no sea menor al 5 % del presente año.

2.3.3 Consumo aparente y demanda potencial

Se debe definir el tamaño del mercado que se pretende abarcar, por lo que se espera captar un tamaño de mercado de alrededor de 1,2 %, dando tres escenarios que puedan describir la variación de las medias y las varianzas de las tasas de crecimientos para las empresas en función de su funcionamiento y dimensión. Además, de la dinamicidad del sector industrial, así como la existencia de algún tipo de relación entre crecimiento y tamaño, ya sea positiva o negativa (González Pérez & Correa Rodríguez, 1998). Estos escenarios planteados son los de abarcar inicialmente 1 %, 2,5 % y 4 % del mercado, siendo el pesimista, esperado y optimista, respectivamente.

De las mismas autoras, se desprende que: “[t]odas las empresas tienen la misma posibilidad de crecer en un determinado porcentaje, independientemente de su tamaño inicial, siendo, por tanto, el crecimiento medio esperado y la variabilidad de éste iguales para todas las clases de tamaño” (p. 545). De aquí se concluye que se espera que este modelo de negocio crezca a una tasa igual que la esperada en el mercado costarricense (7 %).

También, se toma en cuenta el concepto de “ramp-up”, el cual es la etapa en la cual una organización o una industria comienza con la fabricación comercial a un nivel relativamente bajo, hasta que los sistemas de producción alcancen el volumen de producción esperado para satisfacer el mercado (Crespo Barahona & Ubidia Batallas, 2014). Se establece preliminarmente que se inicie a un 50 % de la capacidad productiva y se aumenta a una tasa del 10 % hasta alcanzar la meta.

De lo anterior, se obtiene el siguiente resultado, en toneladas (Tabla 10):

Tabla 10. Mercado captado, en toneladas

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Pesimista	78,99	92,31	94,86	97,41	99,96
Esperado	197,47	230,78	237,15	243,53	249,90
Optimista	315,95	369,24	379,44	389,64	399,84

2.3.4 Estudio del entorno

A continuación se expone el análisis de entorno, utilizando como guía el planteamiento propuesto por Michael Porter, como parte de su trabajo en estrategia empresarial, el cual permite evaluar el poder de negociación de los proveedores, el poder de negociación de los clientes, la amenaza de productos sustitutos, las barreras de entrada y la rivalidad entre competidores (M. Porter, Argyles, & McGahan, 2002).

2.3.4.1 Proveedores

Para entender de manera apropiada el poder de negociación que pueden ejercer los proveedores, es imperativo diferenciar la necesidades de esta propuesta del resto de las materias primas que normalmente utilizan las demás empresas del sector, ya que estas son generalmente de acceso fácil, o bien genéricos por lo que su precio es regulado por el mercado (Hidalgo, Herrera, López, & Velásquez, 2009). Materias primas como el trigo, azúcar, harinas y sus derivados son de acceso fácil en Costa Rica y tienen un precio relativamente controlado puesto que se pueden importar de manera rápida al país (Chacón Cascante, 2015). Para el caso de este proyecto, además de la calidad per se del grano es necesario que los insumos no hayan sido excesivamente manipulados o sometidos a traumas severos como choques térmicos y otros tratamientos. Ya que puede incidir directamente en la tasa de germinación de los mismos.

Actualmente, existen empresas que su núcleo de negocios gira alrededor de otro sector, como el de pulpas, colados y jugos las cuales perciben como subproducto las semillas deseadas; este es un elemento de sumo interés a fin de captarlos como posibles proveedores y potenciar un encadenamiento productivo. En un área diferente pero siempre en la línea de posibles proveedores se tiene a empresas como Germinados.CR los cuales ofrecen granos que aseguran ser de alta calidad, listos para la germinación, además, ofrecen cursos e insumos para llevarlo a cabo de manera casera con productos como el kale, semillas de girasol, mostaza y rábano.

Otro ente de interés particular es el Instituto Nacional en Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), porque realizan investigaciones con semillas y granos de alta calidad que pueden resultar adecuados para el proyecto. También en el mercado es accesible conseguir insumos como sustratos y bandejas de germinación con proveedores nacionales como la empresa Químicas Orgánicas C.R. Por lo expuesto anteriormente se considera que esta fuerza es positiva, puesto que, si bien el concepto del proyecto es tener como prioridad utilizar una materia prima poco aprovechada y que no es un genérico de la industria alimentaria, si por alguna razón esto no es viable, existen otros proveedores de las cuales eventualmente se puede obtener materia prima.

2.3.4.2 Poder de los clientes

Según datos de PROCOMER publicados en el año 2016, la cantidad de empresas avocadas a este mercado ha aumentado un 81 % entre el año 1998 y el 2016, la cantidad de productos disponibles ha incrementado en un 53 %, pese a este panorama de competencia muchas de estas empresas son PYMES con capital nacional (el 88 %) y con menos de 30 empleados. Las mismas ofrecen sus productos localmente en ferias y mercados artesanales o por el contrario se dedican solo a la exportación. El detalle se aprecia en la Figura 11.

Figura 11. Crecimiento del sector en Costa Rica



Fuente: (Euromonitor 2016, citado por PROCOMER, 2017)

A nivel comercial el fabricante regional colombiano Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., mantiene una fuerte ventaja competitiva, beneficiándose de marcas de primer nivel que gozan de amplios niveles de disponibilidad, su poderío se cimienta en que son capaces de ofrecer precios unitarios asequibles a los consumidores de todos los segmentos socioeconómicos, aprovechando los ahorros de escala consolidada en sus procesos de fabricación y distribución (Euromonitor International, 2018c).

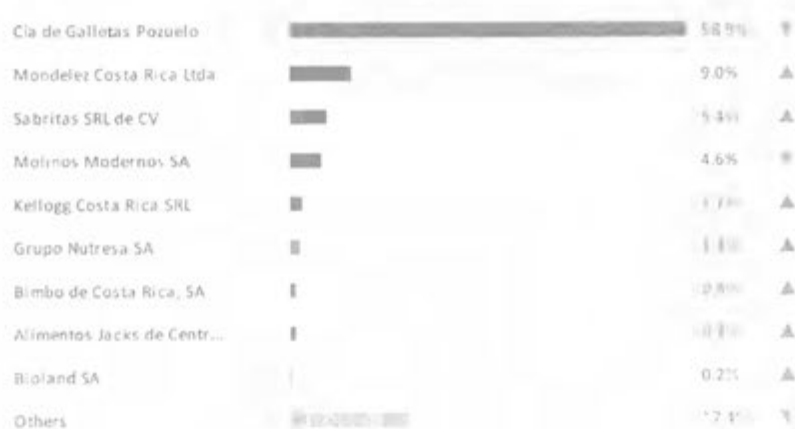
Para Pozuelo, quien cada vez se orienta más a snacks saludables, Tosh® es su marca mejor posicionada. Otros fabricantes locales importantes de mencionar por los niveles de innovación son Nutrisnacks, Bioland y Cosecha Dorada, los cuales son orientados hacia el desarrollo de propuestas funcionales, que incluyen opciones sin gluten y sin azúcar, que contienen diferentes tipos de ingredientes funcionales y fibra probiótica para mejorar la función digestiva. El reto que se cierne sobre estas y otras compañías es el demostrar con certificaciones formales las bondades que ofrecen sus alimentos (Euromonitor International, 2018c).

Seguidamente se muestra el panorama de participación de mercado que publica la empresa Euromonitor para este 2018, en la Figura 12.

Figura 12. Clientes del sector a nivel local

Acciones de la compañía de galletas dulces, bocadillos y bocadillos de frutas

■ Share (NBC) ■ Valor de venta al por menor RSP - 2018

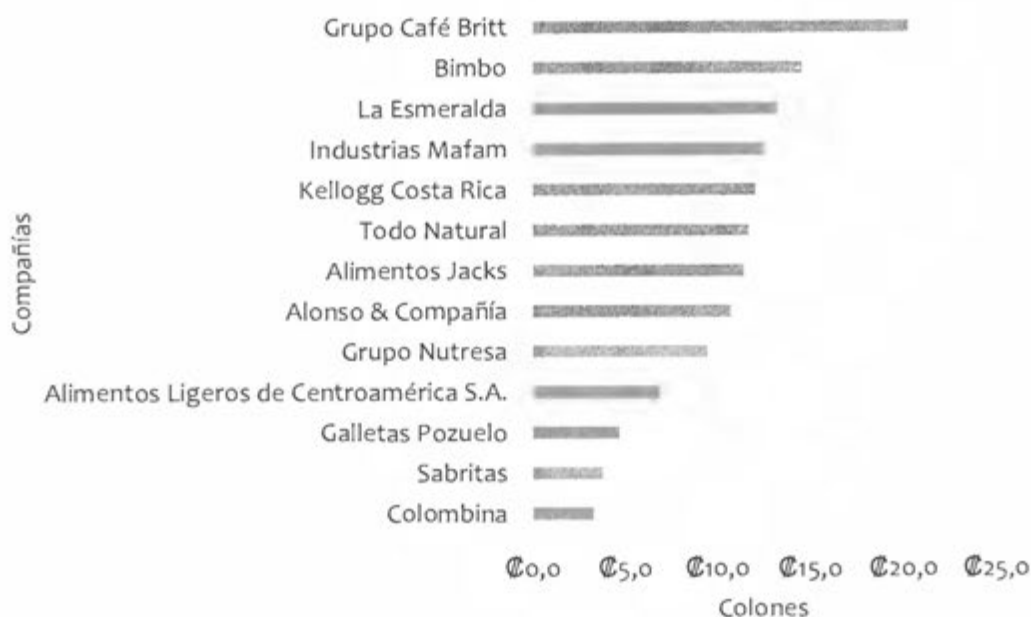


Fuente: (Euromonitor International, 2018c)

Se ratifica que el posicionamiento de Pozuelo a nivel nacional con un 58,9 %, seguido de lejos por la marca Nabisco® de la empresa Mondelez. Es importante mencionar que a medida que los acuerdos de libre comercio siguen desarrollándose se están dando más importaciones en el sector, lo que genera una presión adicional. Un ejemplo de esto es la marca Great Value® de Walmart, la cual tiene estrategias agresivas de penetración en esta categoría con precios unitarios más competitivos (Euromonitor International, 2018c).

En cuanto a precios de los productos, el consumidor actual está migrando a tendencias evolucionadas, en las cuales el precio o sabor no son los únicos detonantes de compra, pero es importante tener claro que sigue siendo un elemento de suma relevancia, siendo que algunos productos de la categoría están vistos por los sectores más populares como de lujo al tener un costo mayor. En la Figura 13 se muestra la distribución de precios de las principales marcas.

Figura 13. Distribución de precios por gramos, en colones



Fuente: Autores a partir de: (Euromonitor International, 2018b)

La empresa Café Britt resulta ser la más costosa en cuanto a precios promedio por gramo de la gama de alimentos que ofrece al público, con un valor de 20,3 colones. En cuanto a precios más accesibles se puede apreciar a Galletas Pozuelo y a la empresa Colombina la cual es importada y compite de manera agresiva ofreciendo precios muy asequibles para el nivel popular. En promedio es posible hablar de un precio de 9 colones por gramo en la categoría (Euromonitor International, 2018b).

Como se desprende del análisis anterior actualmente en el sector existe una alta competencia, donde muchas compañías están en constante búsqueda de productos diferenciados, de alta calidad y que sean accesibles para el público meta. Esto lejos de ser desalentador es un elemento de interés puesto que al ser el objetivo de este proyecto el desarrollo de una materia prima que permitiría elaborar productos orientados hacia ese fin, será de interés para esas posibles empresas clientes el poder contar con esta.

2.3.4.3 Barreras de entrada

En general en la industria alimentaria y en la de los snacks saludables se tienen barreras que pueden ser difíciles de superar. Según datos de PROCOMER del año 2016, el país no es amigable para el emprendimiento, las fuentes de financiación no son abundantes, sumado a esto, la dificultad de encontrar inversionistas se agrava puesto que alrededor del 38 % de las nuevas empresas no tienen desarrollado un plan de negocios, aspecto básico que analizan los entes bancarios para otorgar préstamos, además las nuevas compañías tienden a realizar poca o nula investigación de mercado por lo que su conocimiento de la demanda costarricense y de destinos específicos para posibles exportaciones es limitado.

Otro aspecto importante a destacar, es que una parte fundamental para el éxito es el generar confianza en los clientes, el lograr demostrar que los beneficios de la declaración del producto son verdaderos, trascendentales y la gran mayoría de empresas que actualmente comercializan productos terminados en la misma línea (fortificado, mejorados y saludables), carecen de estudios formales o de certificaciones que demuestren sus aspiraciones con rigor científico, también muchos de los emprendimientos presentan dificultades a la hora de contar con elementos esenciales como patentes y registros sanitarios (PROCOMER, 2017).

En Costa Rica se presenta una baja diversificación de la oferta agrícola, este aspecto es relevante dentro de los retos a afrontar, puesto que condiciona o limita las posibilidades de desarrollar productos novedosos con múltiples ingredientes donde la oferta nacional disponible sea reducida, porque una demanda descontrolada de ingredientes naturales importados puede dificultar el acceso debido al aumento de precios (Secretaría Ejecutiva de Planificación Agropecuaria, 2017).

Adicional a lo expuesto anteriormente, un elemento de interés en particular es la fuerza que se ejerce en las cadenas de comercialización por parte de las grandes empresas dueñas de los supermercados. En los canales donde se ofrecen los productos de la categoría, se tiene por un lado las PYMES, que venden a nivel local en lugares como tiendas de conveniencia, tiendas especializadas y ferias verdes, en el otro espectro encontramos a las empresas con mayor penetración de mercado que venden sus productos en una amplia variedad de establecimientos como supermercados y tiendas pequeñas (de conveniencia y pulperías) (Euromonitor International, 2018c), esta afirmación se refleja en la Tabla 11.

Tabla 11. Canales de comercialización

Canales de comercialización	Compañías
Supermercados y pequeñas tiendas independientes	Galletas Pozuelo, Mondelez Costa Rica, Bimbo, Kellogs, Sabritas, Alimentos Jacks, Grupo Nutresa, Industria Mafam, Colombina y Alimentos Ligeros de Centroamérica
Supermercados Pequeñas tiendas independientes	Grupo Café Britt y Alonso & Compañía La Esmeralda y Todo Natural

Esta realidad implica que gran parte del éxito que pueda tener un producto a nivel nacional depende la negociación con grandes supermercados, como por ejemplo Walmart, los cuales tienen un gran poder para presionar a los productores para que se ajusten a sus requerimientos de precios y presentaciones. Dicho lo anterior, es posible considerar la fuerza de estas compañías como una

barrera de entrada puesto que, si no se es capaz de negociar con estos últimos, el producto se verá relegado a tiendas locales o alternativas fuera del alcance la masa crítica que generan estos establecimientos, dicho lo anterior esta fuerza es posible considerarla como negativa en la propuesta.

2.3.4.4 Productos sustitutos

Actualmente no se cuenta con una materia prima que sea un sustituto fielmente de la propuesta planteada, pero si se piensa en los snacks saludables se puede observar que, sí existen sustitutos, ya que estos pueden ser reemplazados eventualmente por un alimento de otro tipo.

Actualmente, se utilizan combinaciones de granos integrales como chíá, arroz, linaza, entre otros, para logra un producto relativamente similar al que se generaría con la propuesta, pero ninguno explota la germinación para potenciar los beneficios nutricionales. En el mercado nacional se ofrecen germinados, un ejemplo de esto es la empresa Microgreens, cuyos productos son versiones pequeñas de plantas comestibles como: vegetales, hortalizas, legumbres y hierbas, cosechadas entre la primera y segunda semana posterior a su germinación. Las mismas tienen entre 3 y 9cm, momento en el cual es posible consumir el tallo y sus primeras hojas.

Pese a esto son un producto diferente, con las limitaciones que se tiene que consumir en corto tiempo y sus presentaciones hace que sus usos sean limitados para incluirlas en platillos como ensaladas verdes, en la Figura 14 se muestra ejemplos de dichos productos.

Figura 14. Productos de Microgreens



También ofreciendo este tipo de germinados es posible encontrar a la empresa Minys la cual es una comercializadora de vegetales empacados, la cual, si bien su oferta es más que reducida tiene cierta presencia, los únicos dos productos que comercializa son la alfalfa y el frijol nacido en presentaciones como muestra la Figura 15.

Figura 15. Alfalfa germinada



Por lo anterior es posible concluir que esta fuerza es positiva para el desarrollo de la propuesta, al no contar con sucedáneos en el mercado local.

2.3.4.5 Competidores

La rivalidad entre competidores es una media de que tan saturada se encuentra la industria (Rodríguez Alcaraz, 2011). En el país las empresas que manufacturan productos saludables son muchas, pero la materia prima que utilizan son granos sin germinar.

Ante este panorama es posible afirmar que el producto propuesto se encuentra en un océano azul de oportunidades (Castillo, 1999), pese a ello para realizar el ejercicio se realiza una investigación sobre los principales proveedores de materias primas para la industria alimenticia en el país, teniendo claro que son productos diferentes los que ofrecen.

En la región, según lo investigado en la Cámara Costarricense de la Industria Alimentaria (CACIA) entre los proveedores más significativos para el sector, es posible encontrar los dedicados a la venta de harinas y sus derivados como Molinos de Costa Rica S.A, FHACASA, Mavider Group Costa Rica S.A., RESOCO, FAROQUIM y Espyco Inc S.A. Estas compañías son dominadoras en los canales de comercialización y están en constante competencia entre sí (Cámara Costarricense de la Industria Alimentaria, 2015).

Profundizando más en la investigación, ofreciendo ingredientes más cercanos a esta propuesta, es posible encontrar empresas como Grupo Trisan, Nueces Industriales S.A, Químicas Macías y Andean Valley CR S.A., las cuales ofrecen semillas de linaza, de girasol, ajonjolí, chía, quínoa entre otros ingredientes, que normalmente se utilizan en los productos del sector que se comercializan actualmente.

En conclusión, el proyecto propone una estrategia de diferenciación, por lo que la configuración de las fuerzas de Porter resulta positiva pese a la gran competitividad que se presenta en la industria alimentaria. Esto no implica que es la única propuesta existente, sino que a través de este producto se aprovechan ventajas inexploradas en el mercado local actual.

2.4 Estudio Técnico

2.4.1 Escogencia de granos a utilizar en la etapa de diseño

Con el objetivo de diseñar una materia prima que pueda ser utilizada para la producción de un alimento mejorado y funcional que genere un impacto positivo en la salud de los consumidores se decide realizar como un primer filtro la escogencia de los granos a utilizar. Se utiliza como principal fuente de insumo la lista otorgada por la empresa Natufruit la cual incluye semillas que tienen potencial de germinación y que no son utilizadas: limón, guayaba, naranja, mango, piña, cas, papaya, maracuyá, guanábana, tamarindo, mora, carambola, kiwi y fresa.

Como primer paso se debe comprender que las semillas son un pequeño elemento que se encuentra en el fruto de cada vegetal y hortaliza, así como en las frutas que dan los árboles y otras plantas. Pero solo algunas de estas semillas son comestibles, la mayoría no se comen y solo son el germen para el nacimiento de la futura planta. Una semilla comestible se denomina grano y pertenece a la familia de las gramíneas (Poaceae) que incluye a los cereales y a los pseudocereales, estas tienen una importancia clave en la alimentación saludable de cualquier persona, ya que se pueden consumir solas, enteras o molidas, o como parte de otros alimentos (como harinas panificables o aceites) y recetas (panes, galletas, etc.) (Eroski Consumer, 2009).

Comprendiendo el hecho de que todos los granos tienen potencial de germinación, pero no todos germinan para ser consumidos, asociado a que el proyecto de investigación tiene como objetivo el diseño de una materia prima y no el estudio del potencial de germinación de los mismos para que sean consumibles; se descartan aquellos granos cuyos estudios estén concentrados en mejorar y potencializar el crecimiento de la plántula.

Mencionado lo anterior, se estudia la lista de Natufruit, en donde se descarta el 85 % de los granos, los resultados se muestran a continuación, en la Tabla 12:

Tabla 12. Resultado del filtro de escogencia de granos

Tipo de estudio	Granos en este tipo de estudio	Conclusión
Los estudios de germinación se concentran en mejorar y potencializar el crecimiento de las plantas, de manera que estudia la diferencia entre los tipos de granos y diferentes métodos de germinación. El éxito se mide con el crecimiento del tamaño de la plántula y la eficiencia a la hora de generar el fruto.	Limón, naranja, mango, piña, cas, papaya, guanábana, tamarindo, mora, carambola, kiwi, fresa	No se incluyen en el estudio de granos viables
Los estudios de germinación abarcan desde la metodología de germinación, el estudio del sabor, y el estado de las proteínas, vitaminas y minerales antes y después de la germinación para determinar si son aptas para consumo humano.	Guayaba, maracuyá	Se incluyen en el estudio de granos viables

La cantidad que puede considerarse como posibles granos viables es reducida, por lo que se decide tomar en cuenta granos que ya han sido estudiados y que al ser consumidos germinados aportan beneficios a la salud humana, tomando en cuenta que el proceso posterior a la selección

de estos incluye el diseño experimental de la materia prima, que no solamente incluye la germinación del grano si no el diseño del proceso y de la mejor presentación para el mercado, es decir, si se debe transformar el germinado en una harina por ejemplo.

Es importante mencionar que se decide ampliar la lista y no quedarse sólo con los dos tipos de granos obtenidos en el filtro anterior, que son subutilizadas, por el hecho de que existen otros granos que también pueden ser germinados comestibles que poseen mayores propiedades nutricionales y a la hora de utilizarse como materia prima pueden ser más atractivos para el mercado saludable, estos granos se consideran poco aprovechados porque en el modo de consumo actual no se potencializan todos los nutrientes que pueden aportar al organismo, por lo que germinarlos les da un valor agregado, dentro de estos se pueden mencionar: arroz, avena, garbanzos, lentejas, trigo, arvejas, rábano, mostaza, alfalfa, frijoles, entre otros.

Por lo que, la sostenibilidad del modelo de negocio no está basada en el encadenamiento productivo si no en la aceptación del mercado y la rentabilidad de producción; es decir, si la viabilidad de un grano sumado a la aceptación en el mercado y la rentabilidad de producción sacrifican el encadenamiento deseado es algo que debe aceptarse, ya que, factores como los estudios de biodisponibilidad y digestibilidad limitan los granos que se pueden utilizar y la aceptación por parte de compradores que puedan utilizar la materia prima para varios productos condicionan los granos que pueden ser viables para la etapa de diseño considerando que el proyecto debe verse como un todo, desde la escogencia del germinado, la innovación en la presentación de la materia prima y la factibilidad técnica y viabilidad económica del negocio.

2.4.2 Granos viables

Algunos tipos de granos, por ejemplo, los cereales y leguminosas son alimentos concentrados que poseen bajo contenido de agua y son ricos en hidratos de carbono, como el almidón y proteínas, por lo que no deben consumirse crudos y para que al organismo le resulte más fácil su asimilación se comen cocidos o asados, que es como realizar una especie de predigestión, lo cual también se logra cuando los granos se germinan (Elorza, 2016).

La viabilidad de un grano está determinada por la capacidad que posee de germinar y originar plántulas normales en condiciones adecuadas de humedad, luz y temperatura. En el caso de este estudio técnico la viabilidad de los granos se mide hasta la capacidad que tengan de germinar, o sea, cuando comienzan a brotar y son más nutritivos y fáciles de digerir (Pérez García & Pita Villamil, 2001).

Figura 16. Estados



Fuente: (Pérez García & Pita Villamil, 2001)

Al estudiar qué es la germinación y los beneficios que aporta a los granos que logran este estado, es importante agregar al estudio de granos viables factores primordiales que deben potencializarse al obtener el brote para que sean alimentos que puedan formar parte de un estilo de vida saludable, y que la materia prima a realizar garantice el aporte a la realización de alimentos funcionales (Ánima, 2015). Para esto es importante comprender cómo se clasifican los nutrientes necesarios para el organismo:

1. Categorizados como indispensables:

- 1.1. Carbohidratos: proveen energía y vitaminas para el cerebro y músculos. Se encuentran en los granos íntegros (trigo entero, pasta y tortillas, arroz integral, bulgur y quinua).
- 1.2. Grasas: ayudan a que el cuerpo absorba vitaminas. Dentro de las grasas saludables se destacan las nueces, mantequillas de frutos secos, aceite, y aguacate.
- 1.3. Proteínas: necesarias para que los músculos crezcan. Se encuentran en las nueces, la mantequilla de maní, los productos de soya, las legumbres, como los frijoles, guisantes y las lentejas.

2. Categorizados como funcionales:

- 2.1. Zinc: importante para crecer y para el sistema inmune. El zinc se encuentra en granos íntegros, cereales fortificados, productos lácteos, productos de soya y legumbres.
- 2.2. Hierro: importante para la sangre. Se encuentra en los frijoles, semillas, productos de soya, cereales de desayuno, y las hojas de vegetales de color verde oscuro como la espinaca. El hierro basado de plantas es diferente del hierro encontrado en carne y no es absorbido tanto por el cuerpo.
- 2.3. Vitamina C: ayuda al cuerpo con la absorción del hierro. Esta vitamina se encuentra en frutas cítricas (naranjas y toronjas) y ciertos vegetales (como el tomate).
- 2.4. Vitaminas B: se halla directamente relacionada con el metabolismo y utilización del ácido fólico y con reacciones de isomerización vinculadas con el metabolismo de lípidos y proteínas.
- 2.5. Calcio: importante para formar huesos fuertes. El calcio se encuentra en productos lácteos (como la leche, yogur, y queso), plantas como broccoli, calabaza, frijoles negros, frijoles blancos, soja y tofu. Algunos productos como leche de soja, leche de arroz enriquecida, jugos de naranja, cereales, y barras de cereales son calcio-fortificado.
- 2.6. Vitamina D: importante para la absorción de calcio.
- 2.7. Vitamina B12: solamente encontrada en comidas de animales, así que los veganos necesitan comer comidas fortificado con B12, por ejemplo, leche de vaca, huevos, copos de levadura nutricional, leche de soja fortificada y cereales fortificados. La deficiencia genera anemia.
- 2.8. Vitamina E: la luz intestinal depende de procesos necesarios para la digestión de grasas y la captación por los enterocitos.
- 2.9. Omega 3 son esencialmente ácidos grasos polinsaturados.
- 2.10. Yodo: es un mineral que ayuda al metabolismo del cuerpo.

Estos componentes suelen estar presentes en los cereales y leguminosas, pero tienen una baja disponibilidad por los compuestos antinutricionales que comúnmente se encuentran en los alimentos vegetales y tienen efectos adversos para la salud; por ejemplo, el ácido fítico forma complejos insolubles con calcio, zinc, hierro y cobre. Los flavonoides, que son un grupo de compuestos polifenólicos que incluyen taninos, reducen la absorción de nutrientes.

El ácido fítico y los taninos disminuyen significativamente mediante el proceso de germinación, donde, en el caso de las leguminosas, se reducen en un 45,85 y un 47,86 % respectivamente luego de tres días y aumenta a un 73,76 y un 59,40 % luego de seis días (Fouad & Rehab, 2015).

Una vez definidos los nutrientes necesarios para el organismo, se delimitan los factores que se buscan se potencien al realizar la germinación. Para esto es importante considerar que por medio de la germinación la energía vital de todos los brotes estimula la capacidad innata del cuerpo para desintoxicarse y fortalece el sistema inmunitario (Ánima, 2015), por lo que existen características que se potencian en todos los tipos de grano y lo que se busca es definir factores primordiales para la realización de alimentos funcionales que al mismo tiempo sean elementos diferenciadores.

De esta forma, se definen los siguientes tres factores los cuales se busca estén presentes, por lo menos en un 66 % en los granos considerados como viables (Ánima, 2015).

1. Potencialización de vitaminas, especialmente en las vitaminas C y del complejo B, las cuales incrementan de tres a 12 veces y las vitaminas del grupo E que aumentan hasta tres veces.
2. Potencialización de minerales, con el objetivo de aumentar el contenido de agua de un 5 a 12 % en el grano y de hasta un 70 % en el germinado, esto para aumentar el volumen de la materia prima obtenida.
3. Aparición de clorofila en los brotes, la cual es primordial para la regeneración y revitalización de células y tejidos. La clorofila es absorbida directamente a través del sistema linfático, y ya en la sangre, activa el metabolismo celular, mejora las defensas, la capacidad regeneradora y la respiración de las células. Además, potencia los procesos naturales de curación, depura la sangre, frena las infecciones y equilibra la relación ácido-base.

Como complemento a lo indicado anteriormente, se considera como un elemento indispensable que el tiempo de germinación no rebase los cinco días, esto con el objetivo de disminuir el tiempo de restricción de la espera para dar inicio al proceso productivo de la materia prima.

Se definen los siguientes granos como viables, los cuales cumplen con las características mencionadas anteriormente, y serán el principal insumo para la etapa de diseño:

1. **Arroz integral:** dentro de los componentes que más afectan la germinación de arroz se destaca la temperatura. Según Romero y Robles (2012) el arroz con mayor porcentaje de proteína es el que se germina a 36°C, ya que, a mayor temperatura se aceleran los movimientos bioquímicos, esto es un factor que debe considerarse a la hora de germinar, el tiempo de remojo es de 24 horas y el tiempo mínimo para la germinación es de dos a tres días. El rendimiento del arroz germinado (pelado) disminuye en un 4 % el peso final, es decir, aumenta su contenido de agua en un 20 % más que el arroz no germinado. El brote de arroz integral tiene altos contenidos de vitamina B, fósforo, potasio, magnesio, sodio, calcio y silicio, ayudando a la adecuada conservación de huesos y dientes. Sin embargo, carece de la aparición de clorofila. Es importante considerar que Costa Rica importa un 34 % del arroz que consume, pero este no es integral.
2. **Arvejas:** La arveja es de la familia de las Fabáceas (leguminosas), subfilia Papilionoidea, el hábito de crecimiento de las variedades cultivables es indeterminado, con respuesta fotoperiódica cuantitativa a días largos e importante sensibilidad a bajas temperaturas. Las etapas de germinación están en función de la temperatura, debiendo acumular a la emergencia entre 120

y 166 °C (Tb=0), y dura para lograr el brote de cuatro a cinco días. Es un grano con un alto valor proteico (20 al 24 %), es exigente en nitrógeno, siguiéndole en importancia cuantitativa el potasio, luego el magnesio y en menor medida fósforo y azufre, al contener magnesio en el proceso de germinación produce clorofila y potencia las proteínas, carbohidratos, fibra, vitamina A, hierro y potasio (Prieto, 2010).

3. **Lentejas:** la lenteja es una leguminosa que por sí sola aporta importantes nutrientes y vitaminas al organismo, previniendo la aparición de enfermedades de carácter general tales como anemia, osteoporosis y deficiencias ocasionadas por la falta de su consumo en una dieta normal. El tiempo de remojo para la germinación es de 12 horas y el tiempo para lograr el brote es de tres a cinco días, el rendimiento de la cantidad de brotes puede alcanzar el 92% del total de granos colocados en el proceso, no requiere condiciones especiales de temperatura (se puede utilizar temperatura ambiente). Dentro de los nutrientes que se potencializan se mencionan las proteínas, vitamina C y el hierro (Andrade Lee, 2005).
4. **Maíz amarillo:** el maíz se clasifica como un grano cuyo tiempo de remojo es de seis horas, y el tiempo para obtener el primer brote es de cinco días. El brote obtenido potencializa el contenido de magnesio, necesario para conservar la tensión muscular especialmente en el tracto intestinal, por lo que en la germinación se produce clorofila. Costa Rica importa el 69 % del maíz que consume.
5. **Mostaza:** la mostaza se clasifica como un vegetal pequeño cuyo tiempo de remojo para la germinación es de cuatro a seis horas, y el tiempo para obtener el primer brote es de cuatro a cinco días. El brote obtenido potencializa el contenido de proteínas, vitaminas A y C y minerales, además, es adecuado para tratar trastornos digestivos como gastritis y enteritis. En el proceso de germinación no se da la aparición de clorofila (Paunero, 2012).
6. **Rábano:** es un tubérculo, cuyo tiempo de remojo para la germinación es de cuatro a seis horas, y el tiempo para obtener el primer brote es cuatro a cinco días. El brote obtenido esta potencializado en potasio y vitamina C, además, contiene abundante clorofila, útil para combatir digestiones pesadas y para calmar la tos (Ánima, 2015).
7. **Girasol:** las semillas de girasol germinan sin mayores dificultades cuando las condiciones de temperatura y humedad del ambiente son favorables, en este caso, la temperatura recomendada debe mantenerse dentro de un rango de 25 a 30°C, el tiempo de remojo para la germinación es de siete horas y el tiempo para obtener el primer brote es de uno a tres días, se deben utilizar las semillas sin cáscara. Una vez que se obtiene el brote germinado este potencializa el contenido de proteínas, grasas insaturadas, vitaminas B y E, calcio, hierro, fósforo, potasio y magnesio, además, de la aparición de clorofila (Terrazas Domaniczky & Rabery Cáceres, 2010).
8. **Guayaba:** el rendimiento de la germinación de semillas de guayaba es de un 92 %, para obtener el primer brote se dura mínimo dos días y según las condiciones ambientales puede aumentar a cinco semanas, principalmente afectado por la humedad. El germinado de guayaba potencializa la cantidad de proteína en un 30 % y la fibra en un 47 %, además, aumenta sustancialmente la cantidad de vitaminas presentes (Silva Vega, Bañuelos Valenzuela, Muro Reyes, Esparza Ibarra, & Degadillo Ruiz, 2017).
9. **Maracuyá:** es una fruta con alto contenido de vitamina A y vitamina C, que gracias a sus propiedades antioxidantes previene el envejecimiento, protege contra los daños solares y fortalece el sistema inmunológico. Las semillas de maracuyá son germinadas en condiciones controladas de temperatura y humedad (máximo 25 %). El rendimiento de la germinación es de aproximadamente un 87 % y al aplicar métodos de secado, sólo se obtienen secados parciales con un contenido de humedad final de 10 % a 12 %, el tiempo mínimo de germinación es de dos días. Los brotes tienen un alto contenido de fibra que mejora el tránsito intestinal y reduce el

riesgo de padecer enfermedades gastrointestinales, además, se potencializa el potasio, fósforo y magnesio, y aparece la clorofila en la etapa de germinación (Posada Quintero, 2012).

Los nueve granos expuestos anteriormente son el resultado del segundo filtro para la etapa de diseño en la formulación de la materia prima, en la Tabla 13 se muestra el resumen de cada uno de ellos con respecto a los factores primordiales determinados en esta etapa y su cumplimiento con lo solicitado.

Tabla 13. Resumen de granos viables

Grano	Potencialización de vitaminas	Potencialización de minerales	Aparición de clorofila	Tiempo de germinación
Arroz integral	Sí (vitamina B)	Sí	No	De 2 a 3 días
Arvejas	Sí (vitamina A)	Sí	Sí	De 4 a 5 días
Lentejas	Sí (vitamina C)	No	No	De 3 a 5 días
Maíz amarillo	No	No	Sí	5 días
Mostaza	Sí (vitamina A y C)	Sí	No	De 4 a 5 días
Rábano	Sí (vitamina C)	Sí	Sí	De 4 a 5 días
Semillas de girasol	Sí (vitamina B y E)	Sí	Sí	De 1 a 3 días
Semillas de guayaba	Sí	No	No	2 días
Semillas de maracuyá	Sí (vitamina A y C)	Sí	Sí	2 días

Se puede notar que sólo dos de los nueve granos corresponden a semillas subutilizadas, sin embargo, los restantes siete tienen características que resaltan entre los demás germinados existentes, además de que se cuenta con información preliminar de métodos utilizados para la germinación lo que permite tener insumos que aporten positivamente en la etapa de diseño, lo que permite concentrar fuerzas en obtener la meta del proyecto de una manera eficiente y eficaz.

2.4.3 Metodología para germinación

Existen diferentes tipos de tecnologías diseñadas para la germinación de la semilla y su sostenibilidad para el crecimiento de la plántula; sin embargo, para la germinación de granos consumibles los estudios se enfocan en la definición de factores que deben controlarse y monitorear para lograr el punto correcto en el que el brote es apto para su consumo. De esta forma, en este apartado se mencionan los principales elementos que se deben considerar en la latencia y la germinación de las semillas, los cuales sirven de principal insumo para el estudio de la etapa de diseño.

Según Pérez y Pita (2001) la germinación se inicia con la entrada de agua en la semilla (imbibición) y finaliza con el comienzo de la elongación de la radícula (criterio fisiológico). Las fases de la germinación son las siguientes (Figura 17):

Figura 17. Etapas de la germinación



Imbibición: La primera etapa de la germinación se inicia con la entrada de agua en el grano desde el medio exterior. La hidratación de los tejidos del grano es un proceso físico con una duración variable según la especie considerada. Una vez que se ha hidratado, comienzan a activarse

una serie de procesos metabólicos que son esenciales para que tengan lugar las siguientes etapas de la germinación. En esta fase, si las condiciones del medio lo determinan, el grano puede deshidratarse retardando a su estado inicial. En general, esta deshidratación no afecta negativamente a los granos, los cuales pueden posteriormente volver a hidratarse y reiniciar el proceso de germinación.

Germinación: Una vez que se ha hidratado adecuadamente, se entra en una segunda etapa del proceso, la denominada fase de germinación "sensu stricto", que se caracteriza, entre otros hechos, porque se produce una disminución en la absorción de agua. Durante esta etapa tiene lugar una activación generalizada del metabolismo de la semilla, lo cual es esencial para que se desarrolle la última fase del proceso, la fase de crecimiento.

Crecimiento: En esta última fase de la germinación, paralelamente al incremento de la actividad metabólica, se produce el crecimiento y emergencia de la radícula a través de las cubiertas seminales. Los granos que han alcanzado la fase de crecimiento no pueden volver a etapas anteriores y en el caso de que las condiciones del medio no permitan que esta fase pueda seguir adelante, el grano morirá. Una vez que la radícula ha roto las cubiertas seminales, se inicia el desarrollo de la plántula, proceso complejo y variable según las especies, que implica un elevado gasto de energía que se obtiene mediante la movilización de las reservas nutritivas de la semilla (Pérez García & Pita Villamil, 2001).

Una vez que se conoce el proceso de germinación se definen los factores que se deben controlar según Varela y Arana (2011):

Agua: La entrada de agua a las semillas es un proceso físico que se produce por capilaridad a través de las cubiertas seminales. La existencia de un exceso o déficit de agua impide, por regla general, la germinación, o por lo menos afecta negativamente a los porcentajes finales de la misma.

Oxígeno: El oxígeno llega al embrión disuelto en el agua de imbibición, siendo imprescindible para que la germinación pueda tener lugar.

Temperatura: Para cada especie existe un rango de temperaturas dentro del cual puede tener lugar la germinación de sus semillas. Este rango queda definido por una temperatura máxima y una temperatura mínima; considerándose como óptima, la temperatura, dentro del intervalo, más idónea para obtener el mayor porcentaje de semillas germinadas en el menor tiempo posible. Un rango de temperaturas habitual para especies de zonas templadas es el comprendido entre 5 y 25 °C. No obstante, el rango de temperaturas en el cual germinan las semillas de una especie puede variar en función de distintos factores, como son la variedad y el origen geográfico. Otras especies son capaces de germinar a temperaturas superiores a 40 °C o inferiores a 5°C; sin embargo, normalmente las temperaturas tan bajas suelen afectar a las semillas durante las primeras etapas de la imbibición, lo que implica la aparición de interacciones morfológicas en las plántulas que dificultan o impiden su supervivencia. En condiciones de laboratorio no son las temperaturas constantes las que suelen determinar una mayor germinación, sino las temperaturas alternas, por ejemplo 15 °C (16 horas) y 25 °C (8 horas).

Iluminación: El efecto que las condiciones de iluminación tienen sobre las semillas permite clasificar a éstas en tres categorías:

1. Semillas con fotosensibilidad positiva: germinan preferentemente bajo iluminación.

2. Semillas con fotosensibilidad negativa: germinan preferentemente en oscuridad, mientras que la iluminación inhibe su germinación.
3. Semillas no fotosensibles: germinan independientemente de las condiciones de iluminación.

Así, en las especies cuyas semillas se incluyen en la primera categoría, la germinación no tiene lugar si están profundamente enterradas. En estas especies, algunas típicas malas hierbas, el crecimiento no tiene lugar hasta que no se sitúan cerca de la superficie del suelo, ya sea por causas naturales o por el laboreo para la preparación del terreno. En especies con semillas que presentan fotosensibilidad negativa ocurre todo lo contrario, las semillas para germinar deben situarse a cierta distancia de la superficie del suelo para protegerse del efecto de inhibición de la luz blanca. Esta protección se logra a escasa profundidad, dado que la transmisión de la luz a través del suelo es muy baja, estimándose que sólo el 2 % de la luz atraviesa los dos primeros milímetros de un sustrato arenoso.

Latencia: El estado de dormición, latencia o letargo es definido como la incapacidad de una semilla intacta y viable, de germinar bajo condiciones de temperatura, humedad y concentración de gases que serían adecuadas para la germinación. La latencia se establece durante la formación de la semilla, y posee una importante función que consiste en restringir la germinación en la planta madre antes de su dispersión en el campo. Además, se considera que la latencia es una adaptación que contribuye a la supervivencia del individuo, ya que, restringe la germinación cuando los factores ambientales son desfavorables para el desarrollo de la plántula. Es importante destacar que existe un amplio rango de intensidades de latencia, que va desde la absoluta, en la cual la germinación no se produce bajo ninguna condición, pasando por intensidades intermedias, donde las semillas pueden germinar en un rango de condiciones ambientales estrecho (por ejemplo, cuando se incuban a cierta temperatura), hasta el extremo donde no hay latencia, y las semillas pueden germinar en un amplio rango de condiciones ambientales. El nivel de latencia varía con la procedencia de las semillas, con el año de cosecha y varía incluso dentro de un mismo lote de semillas, de manera que, en condiciones naturales, la emergencia de las plántulas ocurre en “pulsos” en un rango del espacio y el tiempo, lo que favorece el desarrollo de los nuevos individuos en ambientes ligeramente distintos, contribuyendo así las posibilidades de regeneración y supervivencia de la especie.

Los tratamientos pregerminativos, son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas, esto es, el estado en que se encuentran algunas tal que, estando vivas, no son capaces de germinar sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas para ello. Los métodos pregerminativos más comunes son los siguientes:

1. **Estratificación:** se utiliza para romper la latencia fisiológica, y consiste en colocar las semillas entre estratos que conservan la humedad, comúnmente arena o bien turba²³ o vermiculita²⁴, en frío o calor. La estratificación fría es aquella donde se mantienen las semillas a temperaturas bajas, asemejando a las condiciones de invierno, por un período que oscila entre 20 y 60 días, llegando inclusive hasta 120 días.

²³ Es de color negro o marrón formado en un medio anaeróbico y saturado de agua, de un material vegetal fibroso.

²⁴ Mineral formado por silicatos de hierro o magnesio, del grupo de las micas. Su estructura es laminar conteniendo algo de agua.

2. **Escarificación:** Un gran número de especies forestales no germinan debido a que la testa o cubierta seminal es dura e impide la entrada de agua (latencia física), y la semilla no germina al menos que esta sea escarificada. Así, la escarificación es cualquier proceso que rompa, raye, altere mecánicamente o ablande las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases. Esta puede subdividirse en dos:
 - a. **Mecánica:** Consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo o pinzas. Si es a gran escala se utilizan maquinas especiales como tambores giratorios recubiertos en su interior con papel lija, o combinados con arena gruesa o grava. En el caso de tratar grandes cantidades de semillas, se puede utilizar una hormigonera con grava o arena en su interior, o bien en un tambor forrado en su interior con material abrasivo (ej.: lija, cemento) o dotados de discos abrasivos giratorios. Se han obtenido resultados óptimos con este tratamiento en semillas de Maitén, a las que se les ha eliminado el arilo mediante frotación con arena logrando un 81 % de germinación.
 - b. **Química:** La escarificación química, consiste en remojar las semillas por períodos breves (15 minutos a dos horas) en compuestos químicos. Las semillas secas se colocan en recipientes no metálicos y se cubren con ácido sulfúrico concentrado en proporción de una parte de semilla por dos de ácido. Durante el período de tratamiento las semillas deben agitarse regularmente con el fin de obtener resultados uniformes. El tiempo de tratamiento varía según la especie. Al final del período de tratamiento se escurre el ácido y las semillas se lavan con abundante agua para quitarles el restante.
3. **Lixiviación:** Las semillas son remojadas en agua corriente con la finalidad de remover los inhibidores químicos presentes en la cubierta. Este tratamiento también es empleado con el objetivo de ablandar la testa. El tiempo de remojo puede ser de 12, 24, 48 y hasta 72 h, y en algunos casos, cambiándoles el agua con cierta frecuencia.
4. **Hormonas y otros estimulantes químicos:** Existen compuestos que estimulan la germinación, entre los más usados están: nitrato de potasio, tiourea, etileno, ácido giberélico (GA_3), citoquinonas, entre otros. Todo este tipo de sustancias se emplean a diferentes concentraciones y tiempos de exposición, dependiendo de la especie de que se trate.
5. **Flotación:** Si bien no constituye un tratamiento per se, la separación de las semillas vanas de las semillas llenas es aconsejable como un primer paso.

2.5 Estudio legal

Rafael Alcaraz (2011) indica que parte de la constitución de una empresa es seguir una serie de trámites de registro que deben cubrirse para que la compañía se establezca legalmente. Dentro de los aspectos fiscales es importante conocer las diferentes obligaciones que se tienen como empresa, para cumplir adecuadamente con ellas y evitar posibles inconvenientes posteriores.

Al pretender la elaboración de un producto alimenticio, se debe garantizar que las materias primas reúnan las condiciones sanitarias necesarias; así es claramente expresado en la Ley General de Salud No. 5395 (2018).

Se requiere un registro sanitario para todos aquellos productos que son fabricados, importados, envasados o comercializados en el país, que sean de interés sanitario; estos son todos

aquellos que, por su composición, utilización o función, pueden afectar la salud de las personas. Incluyen, entre otros, los alimentos.

Para la instalación de una empresa en Costa Rica, según la Ley 3284 (2016), se puede hacer bajo la figura de persona física o de persona jurídica. Se decide operar bajo la segunda, por lo cual se debe inscribir ante el Registro Civil, mediante una escritura pública, quien otorga una cédula jurídica. Para la debida inscripción se deben considerar los requisitos expuestos en el Artículo 18 de la misma Ley.

Finalizado lo anterior, se requiere:

- Inscribirse como contribuyente ante la Dirección General de Tributación del Ministerio de Hacienda (Decreto Ejecutivo No. 38277. Reglamento de Procedimiento Tributario, 2016).
- Pago de la póliza de Riesgos del Trabajo ante el Instituto Nacional de Seguros (INS).
- Inscripción como patrono ante la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), para el pago de las cuotas del seguro social, como máximo ocho días después de la fecha de ingreso de los colaboradores (Reglamento No. 7082. Reglamento del Seguro de Salud de la Caja Costarricense de Seguro Social, 2018).

Estos dos últimos son requisitos previos para la obtención de la patente. La patente municipal se requiere para cualquier actividad lucrativa, lo cual implica el pago de un impuesto durante el tiempo de la operación; así se establece en la Ley 7794 Código Municipal (2018). Cabe resaltar que los requisitos varían dependiendo de la Municipalidad bajo la cual se encuentre el territorio donde se establezca el negocio.

Para la inscripción de una marca o nombre comercial se debe hacer la solicitud al Registro de la Propiedad Industrial (Ley No. 7978. Ley de Marcas y Otros Signos Distintivos, 2008) y en el caso de la patente de invención²⁵, los requisitos se establecen en la Ley No. 6867. Patentes Invención, Dibujos y Modelos Industriales y Modelos Utilidad (2008).

Según el Decreto Ejecutivo No. 39472, Reglamento General para Autorizaciones y Permisos Sanitarios de Funcionamiento Otorgados por el Ministerio de Salud (2016), que tiene como objeto establecer los requisitos y trámites que deben cumplir los establecimientos que desarrollan actividades industriales, comerciales y de servicios. Existen 3 categorías de riesgo para la gestión del permiso de funcionamiento:

- A (alto): requiere gestionar el permiso
- B (moderado): requiere gestionar el permiso
- C (bajo): está exenta de gestionar el permiso

La división 10 (Elaboración de productos alimenticios), grupo 103, clase 1030 (Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas (incluye el empaque)), se cataloga según el Anexo No. 1 del reglamento en cuestión como riesgo tipo B, por lo que se debe gestionar el permiso. La

²⁵ Esta se entiende como toda creación del intelecto humano, capaz de ser aplicada en la industria, como puede ser un producto, una herramienta o un procedimiento de fabricación. Tradicionalmente, también se conoce a la invención como la solución a un problema técnico existente.

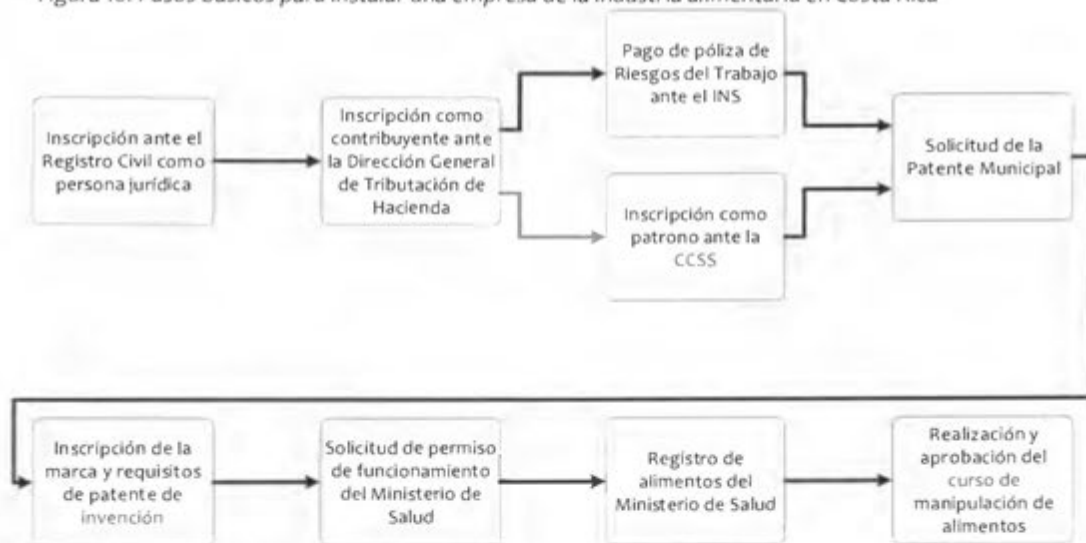
vigencia de dicho permiso es de un año con la posibilidad de renovar automáticamente hasta por cinco años; así establecido en el Artículo 16 del reglamento.

La Ley No. 5395 Ley General de Salud (2018), el Decreto No. 31595-S Reglamento de Notificación de Materias Primas, Registro Sanitario, Importación, Desalmacenaje y Vigilancia de alimentos (2004), y el Decreto No. 33724 Pone vigencia Resolución 176-2006 (COMIECOXXXVIII): Alimentos Procesados Proced. Licencia Sanitaria, Proced. Otorgar Registro Sanitario [e] Inscripción Sanitaria, Requisitos Importación Alimentos Procesados, Industria Alimentos Bebidas Procesados (2014), buscan la autorización y control que ejerce el Ministerio de Salud sobre los productos que son fabricados, importados, envasados o comercializados en el país que sean de interés sanitario²⁶.

El personal que manipula alimentos²⁷ debe realizar y aprobar el curso de manipulación de alimentos, así bien lo establece el Artículo 3 del Decreto Ejecutivo No. 3666-S: Reglamento para el otorgamiento del carné de manipuladores de alimentos y reconocimiento de la oficialización de capacitadores del curso de manipulación de alimentos por parte del Instituto Nacional de Aprendizaje (2011), y esta obligación es extensiva a los administradores o propietarios, en caso de que intervengan directa o indirectamente en el proceso.

La secuencia de pasos expuesta con anterioridad se resume mediante el siguiente diagrama (Figura 18):

Figura 18. Pasos básicos para instalar una empresa de la industria alimentaria en Costa Rica



Cualquier producto preenvasado²⁸ no debe presentarse con una etiqueta que sea falsa, equívoca o engañosa. Los alimentos preenvasados no deberán describirse ni presentarse con una etiqueta o etiquetado en los que se empleen palabras, ilustraciones u otras representaciones

²⁶ Son aquellos que, por su composición, utilización o función, pueden afectar la salud de las personas. Incluyen, entre otros, los alimentos, medicamentos, suplementos de dieta, cosméticos, equipo y materiales biomédicos, plaguicidas de uso doméstico e industrial, productos naturales medicinales, productos de higiene, tintas para tatuajes y químicos peligrosos.

²⁷ Es quien trabaja en la preparación, fabricación, transformación, elaboración, envasado y almacenamiento de productos alimenticios al consumidor.

²⁸ Todo alimento envuelto, o empacado previamente, listo para ofrecerlo al consumidor.

gráficas que se refieran a, o sugieran, directa o indirectamente, cualquier otro producto con el que el producto de que se trate pueda confundirse, ni en una forma tal que pueda inducir al comprador o al consumidor a suponer que el alimento se relaciona en forma alguna con aquel otro producto (Decreto Ejecutivo No. 37280-COMEX-MEIC. Publica Resolución N° 280-2012 (COMIECO-LXII) de fecha 14 de mayo de 2012 y su Anexo: “Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.07:10 Etiquetado General de los Alimentos Previamente Envasados (Preenvasados),” 2017). Además, la etiqueta debe poseer los siguientes elementos obligatorios:

1. Nombre del alimento: indica la verdadera naturaleza del producto (no nombre de fantasía)
2. Lista de ingredientes (incluyendo lo que puede contener, a modo de trazas)
3. Contenido neto y peso escurrido (empleando las unidades del Sistema Internacional, SI, puede emplearse adicionalmente otra unidad)
4. Registro sanitario del producto
5. Nombre y dirección del fabricante, envasador, distribuidor o exportador, según sea el caso
6. País de origen
7. Identificación del lote
8. Marcado de la fecha de vencimiento e instrucciones para la conservación
9. Instrucciones para el uso
10. Requisitos opcionales adicionales (Información Nutricional)

En el caso de los alimentos preenvasados que destaquen alguna cualidad nutricional, entendido como cualquier aseveración que sugiera o implique que un alimento posee propiedades nutritivas particulares especiales, no solo en relación con su valor energético y contenido de proteínas, grasas y carbohidratos, sino además con su contenido de fibra, vitaminas y minerales; es obligatorio el etiquetado nutricional (Decreto Ejecutivo No. 37295 COMEX-MEIC-S. Publica Resolución N°281-2012 (COMIECO-LXII), modificaciones al RTCA 67.01.60:10 “Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para población a partir de 3 años,” 2012).

Otra normativa aplicable es el Decreto Ejecutivo No. 35485 -COMEX-S-MEIC-MAG. Publica Resolución N° 243-2009 (COMIECO-LV) aprobación del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos (2009) tiene como objeto establecer los parámetros microbiológicos de la inocuidad de los alimentos y sus límites de aceptación para el registro y la vigilancia en los puntos de comercialización.

Cabe destacar que esta investigación del marco legal aplicable es representativa, más no exhaustiva. Una vez se definen las características finales del producto se pretende ampliar con mayor ahínco en la normativa anterior y, si fuese necesario, incluir regulaciones de carácter específico en función de las características finales del producto.

2.6 Conclusiones de diagnóstico

- Las tendencias alimentarias de los consumidores están orientadas hacia la salud, especialmente al consumo de alimentos relacionados con las intolerancias, como al gluten y la lactosa, y la comida orgánica y natural.

- En Costa Rica hay problemas importantes de sobrepeso y obesidad, al menos un 50 % de la población sufre alguno de estas complicaciones alimenticias, por lo que organizaciones como el MEP han impulsado el consumo de snacks saludables en los niños, donde en general, el etiquetado limpio es clave para la toma de decisiones.
- El consumo de granos es liderado por veganos y vegetarianos, que recurren a este tipo de opciones para combatir las deficiencias nutricionales que acaecen el no consumo de carne, huevos y lácteos.
- Parte de la población que no pertenece a los movimientos veganos y vegetarianos, están más interesados en los beneficios de la salud, principalmente los millennials, quienes son embajadores de estos movimientos, por lo que consumen alimentos saludables en tendencia, tales como granos; dando prioridad a los elementos esenciales y a los ingredientes locales.
- La categoría salud y bienestar tiene una tendencia creciente, particularmente en Costa Rica que presenta un promedio anual del 7 % y se prevé que hasta el 2023 no sea menor al 5 %.
- El mercado captado a nivel nacional puede ir desde las 100 (escenario pesimista) hasta las 400 toneladas (escenario optimista), con un consumo aparente esperado de al menos 130 toneladas en promedio, para el año cinco.
- Se identifican proveedores de granos germinados los cuales pueden abastecer los requerimientos de materias primas para el producto a diseñar: Germinados de Costa Rica y el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria.
- Dentro de las principales barreras de entrada identificadas se tiene: baja diversificación de la oferta agrícola nacional y la fuerza de comercialización por parte de grandes empresas dueñas de supermercados como Walmart.
- Actualmente, no se cuenta con un producto sustituto como tal de la propuesta planteada, ya que en el mercado no se explota la germinación para potenciar beneficios nutricionales y crear productos de estas categorías, sino sólo se ofrecen germinados tipo plantas comestibles.
- Se determina que todos los granos tienen potencial de germinación, pero no todos germinan, por lo que por el objetivo del proyecto se descartan el 85 % de las semillas consideradas de Natufruit, ya que los estudios de germinación encontrados se focalizan en el crecimiento de la plántula y en la eficiencia del fruto, mas no en su aprovechamiento en el consumo humano.
- Se realiza un estudio de viabilidad de germinación y se determinan nueve granos para considerar en la etapa de diseño: arroz integral, arvejas, lentejas, maíz amarillo, mostaza, rábano, girasol, guayaba y maracuyá.
- Se termina que para la germinación del grano es imprescindible mantener un nivel adecuado de agua, que se tengan altos niveles de oxígeno, que la temperatura se mantenga entre 5° y 25°C, identificar la foto sensibilidad de germinación de la semilla y conocer el periodo de latencia de la semilla.
- En el marco legal se considera un estudio representativo principalmente de los requerimientos para la constitución de una empresa en el país, sin embargo, será exhaustiva hasta la definición de las características del producto en la etapa de diseño.

Capítulo III: Diseño

3.1 Objetivos

Para este capítulo en particular se presentan los siguientes objetivos.

3.1.1 Objetivo general

Diseñar un producto alimenticio a partir de granos germinados que satisfaga las necesidades del mercado y del consumidor, con el fin de obtener un prototipo y el proceso productivo para su desarrollo.

3.1.2 Objetivos específicos

- Definir el tipo de producto por medio de investigación teórica y pruebas prácticas.
- Determinar si la materia prima seleccionada es factible para el desarrollo de productos mínimos viables.
- Aplicar un diseño experimental para determinar las principales características del producto y el proceso productivo asociado.
- Identificar las tecnologías disponibles para el diseño del proceso productivo.
- Caracterizar el proceso productivo y sus puntos críticos de control.
- Definir los principales requerimientos de operaciones.
- Determinar la capacidad instalada de producción.
- Plantear los principales requerimientos para el diseño de planta y la localización asociada.
- Fijar el precio asociado al producto diseñado y las características de empaque.

3.2 Metodología general de diseño

A continuación, en la Tabla 14 y 15 se muestra la metodología general de diseño.

Tabla 14. Metodología de diseño

Actividad	Herramienta	Resultado
Selección del concepto del producto a lanzar, es decir descripción concisa de la forma en que el producto va a satisfacer las necesidades del cliente (negocio)	Revisión bibliográfica	Tipos de productos
	Estudio de campo, revisión bibliográfica y pruebas piloto	Granos con viabilidad de germinación
Diseño del producto mínimo viable	Revisión bibliográfica	Selección del concepto del producto
	Metodología Lean Startup	Producto con el mínimo de características posibles y decisión de pivotar o perseverar
Definición del diseño del producto	Diseño estadístico de experimentos	Condiciones de operación para la realización del producto
Descripción de la tecnología requerida	Revisión bibliográfica	Tecnología requerida para la elaboración de la materia prima
Diseño del proceso productivo	Mapeo del proceso productivo	Proceso de producción de la materia prima

Tabla 15. Metodología de diseño (continuación)

Actividad	Herramienta	Resultado
Definición de requerimientos de operaciones	Estudio de campo y revisión bibliográfica	Necesidades de materias primas, componentes, materiales de empaques y otros artículos relacionados
Determinación de la capacidad instalada	Cálculo de capacidad	Rendimiento máximo de la planta de producción
Diseño de instalaciones	Diseño modular	Tamaño y diseño de la instalación
Localización de instalaciones	Macroanálisis, microanálisis (algoritmo de localización)	Ubicación aproximada de la instalación
Estudio legal	Revisión bibliográfica	Marco legal a nivel micro
Diseño de empaque y etiqueta	Revisión bibliográfica	Empaque y etiqueta diseñados
Diseño de la estrategia de publicidad	Estudio de campo y revisión bibliográfica	Estrategia y costos de publicidad
Fijación de precio	Metodología de asignación de un precio de referencia Costeo de producción	Precio de la materia prima

3.3 Estudio del concepto de producto

Una vez determinados los nueve granos que se utilizan como insumo para la etapa de diseño, se procede a definir el concepto del producto, el cual sirve como herramienta para definir cómo el producto a diseñar se relaciona a las necesidades del consumidor y los aspectos diferenciadores que aporta a los potenciales clientes (Ulrich & Eppinger, 2013).

El proceso de selección del concepto del producto se divide en tres etapas:

1. Estudios de tipos de productos
2. Pruebas de germinación
3. Selección del concepto de producto

3.3.1 Estudio de tipos de productos

El estudio de tipos de producto es esencial para definir la estrategia de mezcla de mercadotecnia que se aborda en respuesta de la caracterización del mercado y el consumidor, definidas en la etapa de diagnóstico. En primera instancia los productos se dividen en tres grandes categorías que dependen de las intenciones del comprador, el tipo de uso, durabilidad y tangibilidad; clasificándose de la siguiente manera (Stanton, Etzel, & Walker, 2004):

1. Productos de consumo: están destinados al consumo personal en los hogares.

2. **Productos de negocios:** la intención de este tipo de productos es la reventa, su uso en la elaboración de otros productos o la provisión de servicios en una organización
3. **Productos según su duración y tangibilidad:** este tipo de productos está clasificado según la cantidad de usos que se le da al producto, el tiempo que dura y si se trata de un bien tangible o un servicio intangible.

Considerando que el modelo de negocio definido es B2B, el diseño del producto va dirigido a la categoría de productos de negocios. Propiamente se decide orientar como una materia prima procesada. Es importante mencionar que esta se define como un bien que se convierte en parte de otro producto tangible antes de ser procesado de cualquier otra forma, y comprenden (Stanton et al., 2004):

1. Bienes que se encuentran en su estado natural, como minerales, suelos y productos del bosque y del mar.
2. Productos agrícolas, como el algodón, las frutas, el ganado, y productos animales, entre ellos los huevos y la leche cruda.

Por su parte, una materia prima procesada se usa directamente en la fabricación de otros productos, pero ha tenido un tipo de procesamiento y no retiene su identidad en el producto final, en el caso del producto a diseñar, este procesamiento corresponde a la germinación del grano y el proceso de transformación para convertirlo en un material procesado (Lamb, Hair, & McDaniel, 2011).

Una vez que se define el tipo de producto, se procede a estudiar categorías de materias primas cuyo proceso de fabricación se acople a las características de los granos seleccionados, para esto se estudian tres alternativas:

1. **Harinas:** El polvo procedente de la molienda de uno o varios cereales (trigo, cebada, avena, centeno, arroz, maíz) y de algunas leguminosas (arvejas, lenteja, haba o alubia) o de otros vegetales como la castaña, la patata o la mandioca. La harina es una materia prima básica para la elaboración de pan, pastas alimenticias y productos de panificación en general (Cano González & Maza Nucamendi, 2016).
2. **Néctar:** El néctar es una bebida alimenticia, elaborado a partir de la mezcla de pulpa o jugo de una o varias frutas, agua y azúcar; opcionalmente los néctares contendrán ácido cítrico, estabilizador y conservante. El néctar no es un producto estable por sí mismo, es decir, necesita ser sometido a un tratamiento térmico adecuado para asegurar su conservación. Es un producto formulado, que se prepara de acuerdo con una receta o fórmula preestablecida y que puede variar de acuerdo con las preferencias de los consumidores. Debido al notable incremento en el consumo de jugos y bebidas elaborados a base de frutas, los néctares tienen un gran potencial en el mercado de los productos alimenticios (Castillejos Pérez, De la Cruz Islas, Guzmán Dena, Roldán López, & Troncoso Oropeza, 2018).
3. **Aceites:** Se entiende por aceite a todas aquellas sustancias que son estructuralmente grasas y que se obtienen a través del prensado de determinada materia prima, una de las características más importantes del aceite es que no es soluble en agua. Cuando se habla de aceites comestibles se puede mencionar ejemplos tales como el aceite de oliva (obtenido a partir del prensado de olivas o aceitunas), el de girasol, el de maíz, el de soja, el de uva y algunos más (Bembibre, 2010).

Una vez que se definen los tres tipos de producto a considerar, se realiza un análisis de las características propias de cada grano, con respecto a los elementos críticos que debe poseer una materia prima que se transforme con alguno de estos. El análisis considera elementos destacados en la etapa de diagnóstico, tales como la cantidad de carbohidrato, proteínas y vitaminas que posee cada grano, además se consideran elementos de referencia como estudios existentes de producción de aceites o harinas para tener un primer acercamiento del tipo de producto en el que se podría convertir.

En la Tabla 16 se desglosan la factibilidad según el tipo de grano y el tipo de producto:

Tabla 16. Análisis de factibilidad por tipo de grano y tipo de producto

Tipo de grano	Características según tipo de producto en estudio		
	Harina	Néctar	Aceite
Arroz integral	Factible	No factible	No factible
Arvejas	Factible	No factible	No factible
Lentejas	Factible	No factible	No factible
Maíz amarillo	Factible	No factible	Factible
Mostaza	Factible	Factible	No factible
Rábano	Factible	Factible	No factible
Girasol	No factible	No factible	Factible
Guayaba	No factible	Factible	No factible
Maracuyá	No factible	Factible	No factible

Determinada la factibilidad de cada tipo de grano con respecto al tipo de producto en que se podría convertir, se procede a realizar un análisis de viabilidad de germinación, considerando la cantidad de días requeridos para germinar y el tipo de germinación, ya que, se requiere que la relación tiempo y tamaño del brote sea coherente para el diseño de un proceso productivo posteriormente, se descartan los siguientes granos, los cuales no se incluyen en las pruebas de germinación:

- **Arroz integral:** para poder germinar el arroz se requiere que este no se haya expuesto a ningún proceso previo, es decir, que este recién cortado de la planta e inclusive no logra la generación de un tipo brote, sino que solo se hidrata y esto tiene un proceso de tres días como mínimo, para lograr una hidratación mayor se debe esperar más de un mes. Sumado a esto, los posibles proveedores contactados para adquirir los brotes germinados indican que no es viable conseguir arroz para procesarlo. Por esta razón se descarta como un posible grano para la producción de la materia prima.
- **Maíz amarillo:** el comportamiento de este grano es muy similar al del arroz, por lo que tampoco se logra la germinación, sino sólo una hidratación del grano, en un período de tiempo de un mes a tres meses. Los proveedores indican que el maíz que se tiene disponible en el país viene procesado, por lo que no es viable realizarle ningún tipo de germinación o hidratación profunda. Debido a esto se descarta.

- **Maracuyá:** utilizando la revisión bibliográfica de la etapa de diagnóstico como referencia se realiza una prueba de germinación casera utilizando las semillas Natufruit y a los dos días de estar en el proceso sólo se obtiene la hidratación de la semilla, por lo que se consulta con los posibles proveedores e indican que sólo la han germinado para producir micro plantas y el tiempo asociado de germinación es de 30 días como mínimo. Además, este grano sólo es factible para la producción de néctar y para obtener el sabor y la textura necesita incorporarse la pulpa. Al no lograrse ningún tipo de germinación no se puede utilizar como fuente primaria, por lo que se descarta.

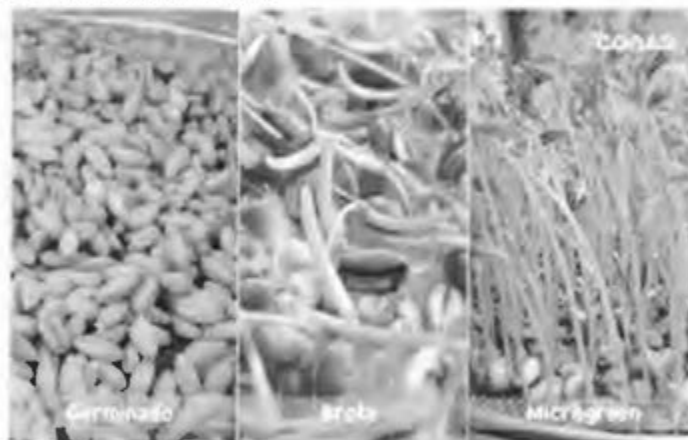
Considerando lo anterior, a los restantes seis granos se les realizan las pruebas de germinación, considerando la factibilidad del grano con respecto al tipo de producto.

3.3.2 Pruebas de germinación

Buscando dilucidar el camino para el desarrollo del producto, se procede a realizar un conjunto de pruebas piloto, las cuales inician por contactar y solicitar a posibles proveedores de germinados (Germinados de Costa Rica y Microgreens) una muestra de los productos que ofrecen y que son de interés para el proyecto (rábano, mostaza, girasol, arvejas). Además de estos productos los proveedores acceden a realizar pruebas de germinación con otros granos y semillas, esto es de gran importancia para poder evaluar la lista elaborada por este equipo de trabajo anteriormente.

Con el objetivo de considerar el mayor espectro de posibilidades para el desarrollo posterior, se solicitan las muestras en dos etapas diferentes (en etapa de brote y en micro-planta). Seguidamente se muestra la Figura 19 para ejemplificar la diferencia.

Figura 19. Etapas de crecimiento en las semillas



Fuente: (Silva, 2010)

Además de la diferencia en la apariencia, según la investigación realizada, a nivel de nutrientes existen algunos elementos disimiles que se pueden destacar de manera general, puesto que no todos los brotes y micro-plantas se comportan necesariamente iguales. A continuación, en la Tabla 17, se realiza un compilado de las diferencias encontradas según diversas fuentes bibliográficas.

Tabla 17. Diferencias en las etapas de germinación

Etapas de la germinación	
Brotos	Micro-plantas o microgreens
Crece por lo general en agua u otra solución	Crece en tierra o sustrato compuesto
Se germinan en recipientes diversos	Se cultivan en bandejas
Crece en oscuridad parcial	Necesitan luz indirecta
Se necesitan hidratar de dos a tres veces al día	Necesitan hidratarse una vez al día
Se recolectan en un periodo de 3 a 7 días	Se recolectan en un periodo de 7 a 14 días
Se pueden almacenar en bolsas o recipientes herméticos durante días	Se cortan por lo general poco antes de su consumo
Alimentos con mayor cantidad de nutrientes en un menor volumen	Contienen clorofila y altos en fibra

Teniendo como referencias las diferencias antes expuestas, se procede a plantear una primera puesta en escena, con la intención de considerar las facilidades de implementación, para ello se utilizan los conceptos surgidos en el marco anterior, donde se establece como posible punto de partida tres salidas las cuales corresponde a materia prima en forma de polvo o harina, néctar o aceite.

En la Figura 20 es posible apreciar un ejemplo de las muestras facilitadas por la empresa proveedora Germinados de Costa Rica.

Figura 20. Muestra de producto (Germinados de Costa Rica)



Se procede con la exploración de cada uno de los tres conceptos, intentando llegar a un producto similar al planteado utilizando los germinados en sus dos etapas (brote y micro-planta). Es importante mencionar que, pese a que por características intrínsecas de cada grano sería posible descartar los conceptos de producto; se realiza la prueba, con el fin de no hacerlo prematuramente.

Buscando producir aceite, las leguminosas en la lista presentan bajo contenido de ácidos grasos, para ser más precisos, de la selección inicial solo las semillas de girasol poseen potencial, para lograr un producto de calidad con un contenido nutricional sobresaliente, sin embargo, la extracción debe realizarse en frío y es un proceso que requiere gran inversión de recursos (Enriquez, 2015). Además, el rendimiento de la semilla en su etapa de brote y micro-planta es

inferior al de la semilla en condiciones normales, esto porque parte de las reservas son utilizadas en el proceso enzimático que permite la germinación (Rios, 2015), por lo que la puesta en práctica a esta altura resulta cuanto menos desafiante.

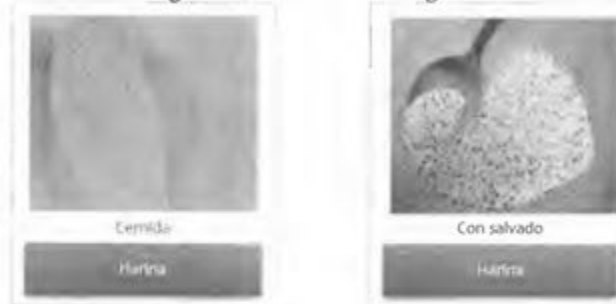
El concepto de zumo natural va enfocado hacia un contenido acuoso rico en nutrientes y minerales (Gracia, López, & Virtué, 2011). Para este fin, la etapa de micro-planta es bastante atractiva, puesto que se ha dado una absorción mayor de agua y al ser expuesto a luz solar; según los proveedores, se mejora el sabor, sin embargo, existen algunos son particulares y fuertes como el caso del rábano y la mostaza. A continuación (Figura 21), se muestran un ejemplo del resultado obtenidos en esta exploración.

Figura 21. Pruebas de zumo natural



En cuando a la harina, las leguminosas (arvejas y lentejas) son las que sobresalen en este apartado en la etapa de brotes, esto porque en la micro-planta por su alto contenido de agua resulta inviable el secado, en términos de rendimiento, para lograr una contextura de polvo. En la Figura 22 se muestra un ejemplo del producto obtenido con el procesado de la arveja.

Figura 22. Prueba de harina germinado



En el primer acercamiento con los productos ofrecidos por los proveedores, de los conceptos iniciales, dos de ellos fueron posibles de realizar de manera artesanal (harina y zumo) para esto se utilizan las dos distintas etapas, brotes y micro-plantas respectivamente; sin embargo, en la prueba de zumo natural los sabores resultantes no son agradables y la textura resulta poco atractiva, por su parte la harina presenta un acabado similar al producto que se vende a nivel comercial, por lo que resulta prometedor explorar esta posibilidad.

Es importante hacer notar que los brotes son más fáciles de obtener, porque toman menos tiempo en estar listos, esto hace que a su vez el costo asociado sea menor, adicionalmente el producto obtenido se adecua al planteamiento del modelo de negocios planteado (B2B).

3.3.3 Selección del concepto del producto

Una vez concluidas las etapas anteriores se define el concepto del producto, el cual, considerando el modelo de negocio, el análisis de viabilidad y las pruebas de germinación se selecciona como tipo de producto la harina. El principal resultado obtenido en las pruebas de germinación es que la arveja (*Pisum sativum*) y la lenteja (*Lens culinaris*) son los únicos dos granos viables para producir harina, por lo que el diseño del producto va dirigido al estudio de ambos y su proceso de transformación.

Ambos pertenecen a la familia de las leguminosas, las cuales pueden ser utilizadas en la alimentación humana, ya que presentan beneficios significativos para la nutrición cuando se consumen con regularidad en dietas equilibradas, provocando menor incidencia de enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes y otras (Aguilera, 2009).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación designa el año 2016 como el Año Internacional de las Legumbres iniciando la sensibilización de la opinión pública sobre las ventajas nutricionales de las mismas como parte de una producción de alimentos sostenible, encaminada a lograr la seguridad alimentaria y la nutrición, en Costa Rica y el mundo.

Según la FAO, la utilización de leguminosas como alimentos se concentra en los países en desarrollo, que representan el 90 % del consumo mundial; sin embargo, estas revisten una importancia especial en los países de bajos ingresos y con déficit de alimentos, cuyas principales fuentes de proteínas y energía son los productos de origen no animal contribuyendo al 10 % de las proteínas diarias recomendadas y un 5 % del aporte energético de la población.

La producción mundial de leguminosas se estima en promedio cerca de 61 millones de toneladas por año siendo los países industrializados los que aportan la mayor producción. La Unión Europea es una importante productora de leguminosas superando la media mundial per cápita (Aguilera, 2009).

En Costa Rica los cultivos leguminosos como los frijoles, las lentejas, los guisantes (arvejas) y los garbanzos son fundamentales en la canasta de alimentos, pues son fuente esencial de proteínas y aminoácidos de origen vegetal para la población de todo el mundo. Su consumo se considera elemental dentro de una dieta saludable para combatir la obesidad y prevenir y ayudar a controlar enfermedades como la diabetes, las afecciones coronarias y el cáncer. Además, también son una importante fuente de proteína de origen vegetal para los animales y dada su capacidad de fijar el nitrógeno, contribuyen a aumentar la fertilidad del suelo (FAO en Costa Rica, 2016).

Sin embargo, en años recientes, las encuestas nacionales de nutrición y de consumo aparente de alimentos han dado cuenta de la disminución progresiva en la cantidad y frecuencia con que se consumen, sobre todo en la zona urbana. A manera de ejemplo, en el periodo comprendido entre 1966 y 1996 el consumo promedio de frijol pasó de 57 g de frijoles por persona por día, a un consumo de 31 gramos en 1996. Sin embargo, dentro de esta cifra, llama poderosamente la atención que dicho consumo es mucho menor en la zona urbana (28,1 gramos) que en la rural (42,9 gramos).

El valor nutritivo de las leguminosas se debe esencialmente a su contenido proteico, a la vez que son fuente importante de carbohidratos complejos, algunos de absorción lenta como el almidón y otros no digeribles como los componentes de la fibra alimentaria. Por otro lado,

presentan un bajo contenido en lípidos, estando mayoritariamente constituidos por ácidos grasos poliinsaturados²⁹.

Pero a pesar de que contienen innumerables propiedades nutritivas muy positivas, presentan una serie de compuestos antinutritivos que influyen negativamente en la calidad nutricional. Sin embargo, la composición de las leguminosas varía considerablemente entre las distintas especies, e incluso entre variedades dentro de una misma especie.

A continuación, en la Tabla 18, se muestra la composición nutricional de las lentejas y las arvejas:

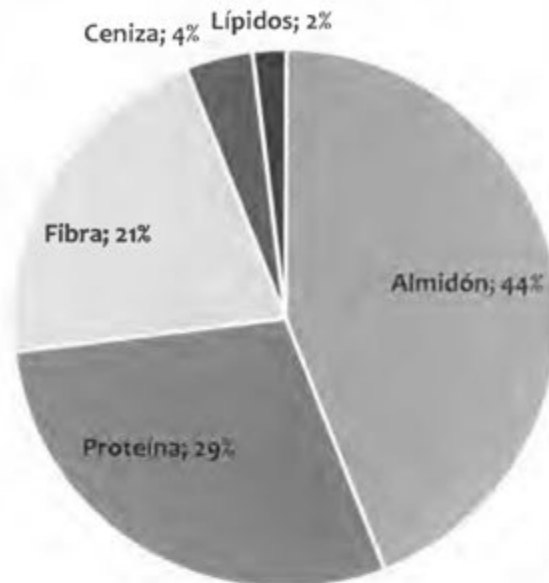
Tabla 18. Composición nutricional (g/100g) para arvejas y lentejas,

Leguminosa	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Humedad	Fibra	Energía (Kcal/100g)
Arveja	20-26	1-3	46-50	7-9	14-18	317
Lenteja	20-28	1-3	50-58	7-9	9-13	314

Fuente: Autores a partir de (Aguilera, 2009)

En la Figura 23 se destaca la fracción de almidón y proteína como las más abundantes respecto al total de los componentes. Son las fracciones mayoritarias y las que tendrán un mayor peso en las propiedades tecno-funcionales de las harinas de leguminosas.

Figura 23. Representación gráfica del perfil nutricional de las leguminosas



Fuente: Autores a partir de (Aguilera, 2009)

²⁹ Los ácidos grasos poliinsaturados o grasa insaturadas se forman cuando varios átomos de carbono dedican dos enlaces a unirse con otro átomo de carbono, estos son buenos para la salud; dentro de los ácidos grasos poliinsaturados están los famosos Omega 3 y Omega 6 (Madrid, 2016).

3.4 Producto mínimo viable (PMV)

El producto mínimo viable (PMV), como parte del lean startup, es aquella versión del producto que permite dar una vuelta entera al circuito de crear-medir-aprender³⁰, con un mínimo esfuerzo y tiempo de desarrollo. Al PMV le hacen falta muchos elementos que pueden ser esenciales en un futuro. Crear uno requiere un trabajo extra: se necesita poner delante de consumidores potenciales para evaluar sus reacciones. Se debe recordar que, si se crea algo que nadie quiere, no importa si se hace a tiempo y dentro del presupuesto.

Lo más importante del PMV es el pivote, al acabar el ciclo crear-medir-aprender, se tiene la coyuntura más difícil que puede tener un emprendedor: si pivotar o perseverar (Ries, 2011).

Tomando como premisa que el producto es harina, lo mínimo esperado es que se puedan realizar productos con ella, que sean panificables y que, a su vez, en términos sensoriales resulte agradable al consumidor. Por ello se aprovechan todas las muestras de harina que se obtienen de las pruebas piloto que se desarrollan para el diseño experimental, para generar algunos productos con los cuales se pueda realizar la metodología.

Para estas pruebas se eligen dos productos: palitos de ajonjolí y quequitos de almendra; se utiliza harina de lenteja germinada para la primera prueba, mientras que, para la segunda, se emplea la de arveja germinada. En ambos casos, las recetas empleadas están basadas en la harina de trigo tradicional.

Los productos son presentados ante posibles consumidores, guardando la rigurosidad en que ninguno de ellos se enterase de que se trata de harina de lenteja o arveja.

Con respecto a los palitos de ajonjolí, lo primero que se busca es que el producto “crezca”, por decirlo de algún modo, es decir que durante el proceso de horneado aumente su volumen (leudado³¹). En las Figuras 24 y 25 se muestra este proceso de crecimiento.

Figura 24. Palitos de ajonjolí recién ingresados al horno

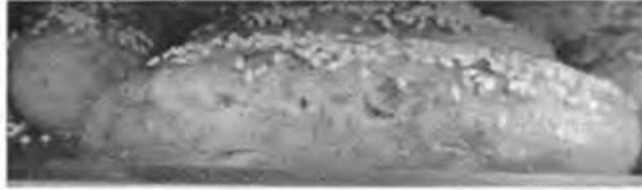


Luego de 15 minutos al horno, esta es la apariencia que toman (Figura 25), apreciándose el crecimiento del producto.

³⁰ “La actividad fundamental de una startup es convertir ideas en productos, medir cómo responden los consumidores y aprender cuándo pivotar o perseverar. Todos los procesos de creación de startups exitosas deberían orientarse a acelerar este circuito de feedback” (Ries, 2011).

³¹ “Un agente leudante es aquella sustancia química o biológica que otorga a la masa textura porosa y ligera mediante la producción de gas carbónico durante la fermentación y horneado. El leudado es el proceso mediante el cual se produce gas en la masa por la acción de agentes leudantes” (Chávez Salgado, 2018, p. 17).

Figura 25. Palitos de ajonjolí, luego de 15 minutos de horneado



Luego de finalizado los 25 minutos de horneado, esta es la apariencia final del producto (Figura 26), dando la textura crocante que se busca en este tipo de producto.

Figura 26. Palitos de ajonjolí, luego de 25 minutos de horneado



Este producto se distribuye a 10 personas de distintos géneros, edad, generación, entre otros; haciendo la aclaración de que no se busca una muestra representativa, sino evaluar rápidamente los resultados del producto (bench testing). De todas las personas se recoge la información cualitativa del producto, siendo positiva en el 100 % de los casos. Y donde solo uno de los potenciales consumidores detecta un ligero sabor a lenteja en el producto, según sus propias palabras.

Después de recoger las primeras impresiones, se les comenta que el producto está hecho con base en harina de lenteja y se les pregunta si perciben este sabor en el producto, siendo en el 90 % de los casos la respuesta negativa. Por lo que de este PMV se concluye que es exitoso.

En relación con los queques de almendra, se busca de igual manera que el producto crezca y que, además, desarrolle una miga de textura similar a la de la harina de trigo, obteniéndose el siguiente resultado en la Figura 27.

Figura 27. Quequito de harina de arveja



Este producto se les entrega a otros seis posibles consumidores, donde el 100 % de ellos se muestra satisfecho en términos de sabor y textura, y ninguno reconoce el sabor a arveja en la mezcla, tanto antes como después de comentarles que la harina es con base en este grano. De esta forma se considera exitoso.

La decisión que se toma es la de perseverar mediante el DdE, con el fin de mejorar el PMV ya realizado.

3.5 Diseño experimental: parcelas divididas

3.5.1 Planeación y diseño

3.5.1.1 Definición del problema y objetivo del experimento

- **Problema**

Actualmente existe una tendencia hacia el consumo de productos que ayuden a la salud, lo que se ve reflejado en una mayor demanda de productos con características específicas (Mascaraque, 2018b), tal y como se menciona en el apartado de descripción del mercado (mejorados y funcionales).

Es de interés diseñar una materia prima que permita elaborar esos productos con contenidos nutricionales según los requerimientos de estas tendencias, además, actualmente en el mercado nacional, se comercializa de manera preponderante harinas de cereales como trigo (deficitarias en fibra y minerales) siendo esta la más utilizada y comercializada, su uso es tan extendido por sus características como capacidad para absorber agua, oclusión de gases, desarrollo de masa y estabilidad (Cazares Torres, 2011), por lo que es de interés para este proyecto, la elaboración de una materia prima que además de cumplir con las necesidades nutricionales, se comporte de manera similar a lo aceptado por el mercado.

Un valor agregado adicional es que, gracias al alto contenido de proteína de las leguminosas, una harina de alguno de estos productos podría emplearse ya sea sola o junto con otras libres de gluten cuyo valor nutricional es deficiente en este elemento.

- **Objetivo**

Medir el efecto de los diversos factores en cuestión sobre las variables de respuesta, con el fin de determinar la combinación de factores y niveles que propician la mejora de la mayoría de las variables de respuesta, en la elaboración de una harina.

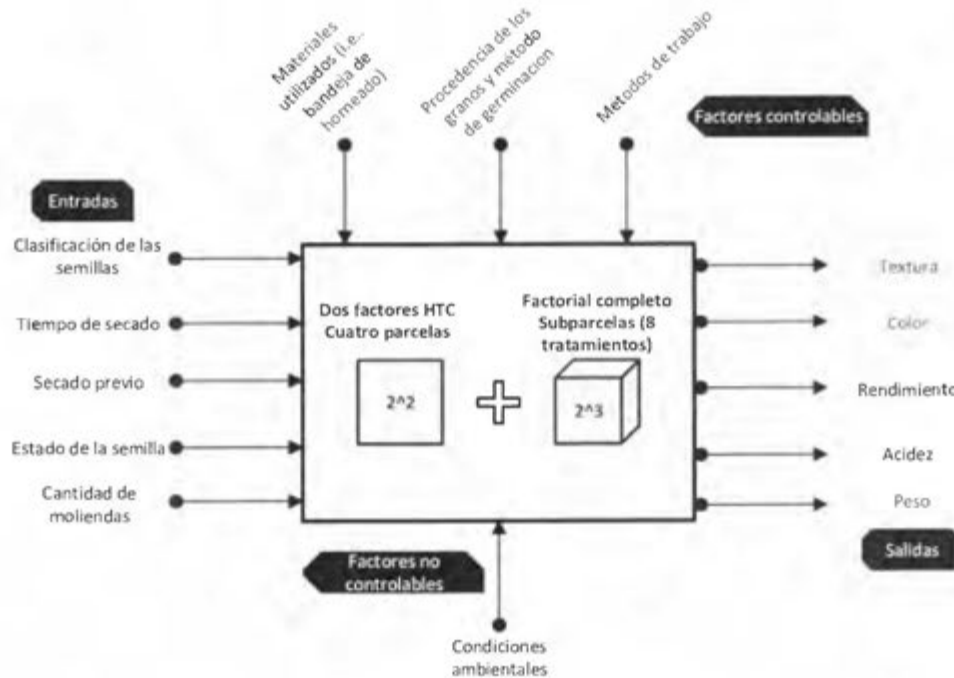
- **Medición del éxito experimental**

Se considera como exitoso el experimento si se obtiene un producto viable en el que se logren medir los efectos de los factores sobre las variables de respuesta, y que la combinación de factores y niveles propicien una mejoría en la mayoría de ellas.

3.5.1.2 Esquematización del problema

En la Figura 28, se muestra una representación del problema; esta representación da una mirada general al modelo experimental empleado.

Figura 28. Esquematización del problema



3.5.1.3 Factores a investigar

Los factores que para este diseño experimental resultan de interés por sus implicaciones para el proceso de germinación son los siguientes.

- **Posibles causas o variables independientes involucradas**
 1. Temperatura de secado
 2. Tiempo de secado
 3. Tipo de secado
 4. Posición en el horno
 5. Peso inicial
 6. Clasificación de las semillas
 7. Procedencia de las semillas
 8. Estado de las semillas
 9. Tipo de molienda
 10. Cantidad de molindas
 11. Lugar de ejecución
 12. Tamaño del colador
 13. Método de germinación
 14. Secado previo
 15. Método de enfriamiento
 16. Material de la bandeja de horneado
- **Corroboración de las variables independientes involucradas**
 1. **Temperatura de secado**

Según Plúas y Valdiviezo (2017), los porcentajes de proteína, carbohidratos totales, fibra cruda, entre otros, permanecen en mayor cantidad cuando la temperatura de secado se encuentra entre los 50 y 60 °C, esto en el caso específico de la arveja. Por otro lado, para la lenteja, se recomienda

un valor de 60 °C (Gil, Umaña, Pinillos, Lopera, & Gallardo, 2014). Bajo estas dos premisas, se decide mantener esta variable como un factor controlado dentro de las condiciones de operación del experimento.

2. Tiempo de secado

El tiempo que permanece en el horno, a la temperatura establecida, tiene un impacto directo sobre el secado de la semilla y, por tanto, sobre la humedad que contiene; la cual es una variable crítica del proceso de obtención de harina (Plúas Ramírez & Valdiviezo Jiménez, 2017). Un alto contenido de humedad puede afectar la calidad de la harina obtenida luego del almacenamiento.

Tomando como base que la temperatura es un factor controlado, y teniendo en cuenta las pruebas piloto que se explican a posteriori, se decide tomar el tiempo de secado como un factor de interés, el cual se encuentra en dos niveles; que se definen según las pruebas piloto de tal forma que se alcance un rango de humedad aceptable. Este factor se codifica como B.

3. Tipo de secado

El secado de los ingredientes con los que se realizan las harinas se puede realizar de diferentes formas; entre ellas se encuentra el uso de horno de convección (Gil et al., 2014). Este factor no es de interés de los experimentadores, sino que se trata como controlado y se emplea un horno convectivo y giratorio a velocidad constante, marca Salva. Aunque en Cosecha Dorada (empresa que facilita las instalaciones para realizar el experimento) se encuentran varios hornos de la misma marca y modelo, solo se emplea uno, para evitar la variabilidad no explicada que puede devenir de las diferencias entre los hornos.

4. Posición en el horno

La posición en el horno puede afectar las variables de respuestas, ya que la distribución de calor en el mismo puede no ser uniforme, esto pese a que sea convectivo, por tanto, se decide fijar en el centro, con el fin de controlar la uniformidad de la temperatura. Caso contrario, el tratamiento de la posición implicaría un anidamiento o jerarquía en el diseño experimental que no es de interés, donde los niveles de los factores empleados se encontrarían supeditados bajo la posición de cada bandeja en el horno, como bien se explica por Douglas Montgomery (Montgomery, 2013). Por lo tanto, este es un factor controlado.

5. Peso inicial

El peso del producto original germinado que entra al proceso se debe controlar, ya que cantidades diversas del mismo pueden afectar el resultado de las variables de respuesta, y podría entrar en conflicto con otros factores, provocando colinealidad³².

6. Clasificación de las semillas

Este es un factor de interés, como se detalla en secciones anteriores, las semillas o granos que son de interés para el experimento son la arveja y la lenteja; esta escogencia se encuentra justificada con detalle en las secciones anteriores del documento. Este factor se codifica como A.

³² “Es una condición que ocurre cuando algunas variables predictoras incluidas en el modelo están correlacionadas con otras variables predictoras. La multicolinealidad severa es problemática, porque puede incrementar la varianza de los coeficientes de regresión, haciéndolos inestables (...) no afecta la bondad de ajuste ni la bondad de predicción. Los coeficientes no pueden interpretarse de forma fiable, pero los valores ajustados no se ven afectados” (Soporte de Minitab® 18, 2019b).

7. Procedencia de las semillas

Los factores ambientales (suelo, agua, temperatura, entre otras) en los cuales se desarrollan las semillas pueden tener un impacto directo en las variaciones de color de las mismas; el color no tiene efecto sobre la funcionalidad del producto, es solo estético (Cazares Torres, 2011). Se busca mantener este factor como controlado, mediante la compra del producto proveniente del mismo lote de producción.

8. Estado de las semillas

El triturar, cortar o reducir en trozos la materia prima puede tener un impacto sobre el secado de la misma, es decir, sobre la cantidad de humedad que permanece (Cerón, Hurtado, Osorio, & Buchely, 2011). Por ello se considera como un factor que es de interés para el experimento y se pretende variar en dos niveles categóricos: granos germinados enteros y granos germinados partidos o triturados, siendo respectivamente los niveles bajo y alto del factor codificado como D.

9. Tipo de molienda

Es un factor que se decide mantener controlado, tanto en fuerza como en velocidad, forma de los rodillos y la separación de los mismos, ya que mediante la acción mecánica se puede dañar el almidón presente en las leguminosas, siendo así que una pequeña cantidad de almidón dañado es deseable para las harinas panificables, e indeseable para las galletas y harinas empleadas en la elaboración de tortas (Alasino, 2009).

10. Repeticiones de molienda

La cantidad de veces que se realiza el proceso de molido de los granos puede generar una diferencia en la granulosidad³³ de la harina (FAO, 1985a). Bajo esta premisa se decide mantener este como un factor de interés en dos niveles, ya que es posible que impacte sobre las variables de respuesta. Los niveles de este factor son dos veces para bajo y cuatro veces para alto, codificándose este factor como E.

11. Lugar de ejecución

La ejecución del experimento se realiza en la empresa Cosecha Dorada, ubicada en el Tejar, Cartago, Costa Rica. Es un elemento controlado, ya que no es de interés el efecto que puedan tener los factores ambientales y otros relacionados con la ubicación geográfica. No obstante, las condiciones ambientales pueden variar a lo largo de la ejecución del experimento, por lo que las mismas corresponden a factores de ruido.

12. Tamaño del colador

Luego de cada repetición de molienda, el producto se cierne sobre un colador para separar las partículas grandes de las pequeñas, las primeras son las que entran nuevamente al proceso de molido, y así sucesivamente hasta alcanzar las repeticiones que se deben realizar según el tratamiento; es por este motivo que el colador se mantiene constante, es decir, es un factor controlado.

13. Método de germinación

Ambos tipos de semilla se someten al mismo proceso de germinación, el cual de manera somera consiste en: hidratarlas por 12 horas, posteriormente se colocan en una germinadora en la cual las semillas se rehidratan cada 12 horas.

³³ Tamaño de las partículas

En el caso de arveja, el proceso consta de 48 horas, mientras que en el de la lenteja el tiempo es de 36 horas; para alcanzar el estado de germinación que se requiere para la elaboración de la harina. Este estado se alcanza cuando el brote mide entre 3 y 5 cm de largo.

14. Secado previo

El proceso de germinación se lleva a cabo en presencia de agua, por lo tanto, al finalizar el producto presenta humedad superficial; y se desconoce si esto es un factor que afecte el proceso de secado, y por ello es de interés del equipo experimentador y se utilizan dos niveles categóricos, con humedad superficial, es decir, sin secado, y sin humedad superficial, es decir, con secado; este factor se codifica como C.

15. Método de enfriamiento

Luego del secado en hornos de los granos germinados, se mantiene el producto en enfriamiento antes del proceso de moliendo, este se realiza esperando un periodo de 20 minutos, hasta que la temperatura disminuya; el método y tiempo de enfriamiento es un factor controlado.

La temperatura final de los granos antes de la molienda corresponde a ruido experimental, que se trata de mitigar controlado el tiempo; no obstante, el mismo está supeditado a las condiciones ambientales del momento de la ejecución.

16. Material de la bandeja de horneado

Se emplean bandejas de acero inoxidable; se desconoce si el material de las bandejas afecta el proceso de secado, ya que el mismo está directamente relacionado con la transmisión de calor. Este es un factor no es de interés del grupo de trabajo y se decide mantener controlado.

- **Factores y niveles**

A modo resumen, estos son los factores y los niveles en cuestión, que son de interés para el desarrollo del experimento (Tabla 19).

Tabla 19. Factores y niveles

Codificación	Factor	Nivel bajo (-1)	Nivel alto (+1)
A (HTC) ³⁴	Clasificación de las semillas	Lenteja	Arveja
B (HTC)	Tiempo de secado	125 minutos	155 minutos
C	Secado previo	Sin secado	Con secado
D	Estado de las semillas	Enteras	Trituradas
E	Cantidad de moliendas	Dos moliendas	Cuatro moliendas

3.5.1.4 Elección de la variable de respuesta

1. Textura

Para la primera variable respuesta se plantea que la harina a elaborar tenga una textura similar a otras que ya se comercializan actualmente bajo el nombre de harinas de trigo integrales, estas últimas cada vez tienen una mayor aceptación en el mercado (Euromonitor International, 2018c), puesto que incluyen elementos como el salvado el cual les permite que tengan mayor contenido de nutrientes.

³⁴ HTC: Hard-to-change, es decir, son los factores difíciles de cambiar

Habiendo dicho lo anterior son consideradas para propósitos de este experimento como un valor de referencia, por lo que se establece la diferencia de textura como la primera variable de interés.

La textura se define como el conjunto de todos los atributos mecánicos, geométricos y superficiales de un producto perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles y, si es apropiado, visuales y auditivos, esto según las definiciones para la evaluación sensorial plateada por la Organización Internacional de Estándares en la norma ISO 5492 (Manjar et al., 2014).

La viscosidad y la adhesividad influyen en la consistencia del alimento, por ende, bajo las posibilidades de este equipo evaluador se concentra en el componente viscoelástico, es decir la capacidad de fluir de forma irreversible bajo la acción de una fuerza pequeña. Al ser sometido a alguna fuerza el componente elástico llega a ser aparente. La curva de "relajación" (relaxation) (Manjar et al., 2014).

Esta variable se mide mediante la distancia recorrida, en centímetros, por la mezcla entre harina (10 g) y agua (20 ml) en un periodo determinado de 30 segundos, utilizando un plano inclinado conformado por una superficie lisa de cerámica y una base que permite fijar el ángulo entre el soporte y la superficie lisa a 45°.

El método para formar la mezcla debe ser controlado, es decir bajo las mismas condiciones en cuanto a peso de harina y volumen en mililitros agua, posterior a esto se procede a amasar o mezclar durante 30 segundos hasta formar cohesión. Luego la mezcla se coloca en la parte superior del plano inclinado, cuando la mezcla cruce la línea de salida se inicia el cronometro hasta finalizar 30 segundos.

Materiales: Superficie lisa de cerámica, cartón o base para soporte, transportador para medir los ángulos, marcador para marcar las distancias, cronómetro para controlar el tiempo y la distancia que recorre, regla métrica para medir la distancia.

2. Color

Como segunda variable de respuesta se plantea la diferencia de color (ΔE) entre la muestra y un patrón definido por la harina de trigo integral, para este fin se utilizan las coordenadas CIE-Lab. Los valores de L^* , a^* y b^* se obtienen en cinco puntos diferentes –cada uno con un tamaño de 101x101 pixeles– para cada una de las fotografías, ya que no hay garantía de que el color en todo el espacio de la muestra sea uniforme. La razón por la cual se emplea un tamaño de muestra cinco es para garantizar el teorema del límite central (TLC)³⁵, la aplicación del TLC tiene una regla empírica que dice que “si $n > 30$, se puede utiliza[r] el teorema del límite central” (Devore, 2008, p. 217), no obstante esta no es general, sino que existe una dependencia con la forma que tenga la distribución de la cual provenga la muestra, concluyéndose que a mayor simetría, menor el tamaño de muestra, siendo cinco el valor de partida, asumiendo que la distribución es simétrica (Tobón Orozco & Bedoya Sánchez, 2017).

Se promedian las muestras tomadas con el software Photoshop CS6 y se procede a calcular:

³⁵ “La mayoría de los métodos estadísticos paramétricos se basan en la media muestral y se han construido bajo el supuesto de normalidad. [El Teorema del Límite (TCL)] es el argumento más fuerte que sustenta todas estas teorías” (Tobón Orozco & Bedoya Sánchez, 2017).

$$\Delta L^* = L_2^* - L_1^*$$

$$\Delta a^* = a_2^* - a_1^*$$

$$\Delta b^* = b_2^* - b_1^*$$

Siendo el subíndice dos el correspondiente al patrón y el uno a muestra de cada corrida experimental. Y a partir de este se procede a calcular el cambio en la magnitud de los colores, definido como:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

“Este espacio se basó en un sistema resultante de la transformación no lineal, de orden superior del espacio de colores correspondiente al diagrama [x; y], y la designación geométrica de su tridimensionalidad quedó supeditada en tres coordenadas rectangulares: L*, a*, b*” (Sanz & Gallego, 2001, p. 243).

Donde sus letras tienen el siguiente significado:

- L*: Luminosidad, se encuentra entre los valores cero y 100.
- a*: Región de verde (-a) a rojo (+a)
- b*: Región de amarillo (-b) a azul (b)

El CIE-Lab es actualmente uno de los espacios de color más populares y uniformes usado para evaluar el color de un objeto. Este espacio de color es ampliamente usado porque correlaciona los valores numéricos de color consistentemente con la percepción visual humana. Investigadores y fabricantes lo usan para evaluar los atributos de color, identificar inconsistencias, y expresar precisamente sus resultados a otros en términos numéricos (Konica Minolta, n.d.). El espacio de color L*a*b* suele ser el más usado en muestras de alimentos (Padrón, 2009).

Para que la medición siempre se haga bajo las mismas condiciones, es imperativo un sistema poka-yoke³⁶, que permita controlar la colocación del dispositivo para la toma de fotografías y el contenedor de las muestras, el mismo simulara las condiciones de un cuarto oscuro, con el fin de normalizar la variable L (luminosidad), además de poseer un agujero para la toma de la fotografía y líneas guía para que esta siempre sea en el mismo punto.

Las variaciones de color en las harinas se deben frecuentemente a factores del medio ambiente donde el cereal o leguminosa utilizada como materia prima crece, a pesar de que el color no tiene efecto sobre la funcionalidad del producto, tiene solo un efecto estético (Cazares Torres, 2011). Sin embargo, es relevante la homogeneidad del producto.

Materiales: La medición y análisis de esta variable respuesta se realiza con el software Photoshop en su versión CS6, para la toma de las fotografías se utiliza un celular Huawei P-Smart, el cuarto oscuro se simula con una caja de cartón negra con un agujero que permite únicamente el paso de las cámaras y el flash del dispositivo.

³⁶ Mecanismo que evita que los errores humanos en los procesos se materialicen en defectos

3. Rendimiento (granulometría)

Se denomina clasificación granulométrica a la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos (Carrillo, 2007), en otras palabras al tamaño de la partícula proveniente del grano, este es un elemento relevante en términos de descripción de la naturaleza de la harina, esta característica incide tanto en el volumen del producto a elaborar como en su miga, los cuales son índices comunes para determinar la calidad del producto, lo cual se refleja en la capacidad de la masa para ocluir aire (Cazares Torres, 2011). Debido a lo expuesto anteriormente existen parámetros ya establecidos en el Codex Alimentarius, el cual contiene una serie de recomendaciones internacionalmente aceptadas relacionadas con los alimentos (Chaparro, Portilla, Elizalde, Vivas, & Erazo, 2009).

La medición de esta característica se realiza mediante una especie de tamiz, el cual consiste en una superficie con perforaciones uniformes (denominadas abertura de malla) por donde pasará parte del material (partículas que tienen un tamaño igual o inferior a las aberturas de malla) y el resto será retenido en la bandeja de cernido (partículas con un tamaño superior a las aberturas de malla). A continuación, se recogen algunas recomendaciones en cuanto a los tamaños recomendados.

Para las harinas comerciales, en especial harina de trigo se establece que el 98 % o más deberá pasar a través de un tamiz (No. 70), el cual corresponde a aberturas con un tamaño de 212 micras (FAO, 1985a). Para la harina integral comercial, dependiendo de la procedencia se tienen diferentes referencias, pero un referente por ser libre de gluten es la de maíz, para la cual se tiene que el 95 % o más de la harina integral deberá pasar por un tamiz de 1,70 mm (FAO, 1985b).

Por su parte, la sémola, la cual se obtiene en una etapa antes que la harina por el grado de procesamiento el tamaño, tiende a ser superior, sin embargo, aun dentro de esta categoría a nivel general es posible encontrar referencias donde se distinguen al menos dos subdivisiones.

Sémola gruesa, será considerada aquella que sus partículas oscilan entre los tamaños de 600 a 850 micras, por su parte la sémola fina es aquella con dimensiones que se encuentran dentro del intervalo de 132 a 600 micras. Un tamaño de partícula entre 149 y 420 micras permite un mayor volumen en el pan y una mejor absorción de agua.

Para el método de medición de esta variable no se utiliza un tamiz propiamente, sino una especie de bandeja con una malla metálica similar a la utilizada por el tamiz con un tamaño de 0,5518 milímetros (551 micras), el cernido se realiza vertiendo el contenido de harina sobre la bandeja, posterior a esto se deben realizar movimientos circulares simulando el movimiento del tamiz, no se realizara ningún tipo de presión por medios mecánicos para no forzar el paso de partículas, el proceso terminara una vez que no se aprecie paso de material a través de las aberturas de malla.

La cuantificación de la cantidad que ha logrado pasar se realiza mediante la diferencia de pesos, permitiendo conocer el porcentaje del producto con el tamaño de partículas igual o inferior al tamaño de la abertura de la malla.

Para conocer el tamaño de las aberturas de la malla metálica con la que se dispone para el experimento, fue llevada a un laboratorio de metrología³⁷ y se realiza la misma con un proyector de opacos marca Mitutoyo y modelo PH-3500, con lente de aumento 10x, y pines calibrados. Esto se aprecia en la Figura 29.

Figura 29. Bandeja de cernido, medición con un proyector de opacos



4. Acidez o pH de la harina

Para la cuarta variable respuesta se plantea el valor del pH de la harina, término que hace referencia al nivel de alcalinidad o acidez de una sustancia. Cuanto menor sea el número de pH, más ácida es la muestra, lecturas altas implican una mayor alcalinidad, en cuanto al término pH neutro se considera al valor de 7,0 como referencia, en la harina las diferentes mediciones de pH pueden dar lugar a diferentes sabores en el producto final (Manjar et al., 2014).

La harina de trigo por lo general tiene un pH entre 6,0 y 6,8, de acuerdo con los autores de "Análisis Químico de Pearson de los alimentos", eso hace que la mayor parte de harina sea ligeramente ácida, pero cercana a la neutralidad en términos generales. La harina blanca a menudo se blanquea con cloro, lo que influye subiendo el valor de alcalinidad, por lo que harinas blanqueadas por lo general tienen los números más altos de pH que las variedades crudas y pueden tener un sabor ligeramente más amargo (Badui Dergal, 2006).

El valor del pH se puede medir de forma precisa mediante un potenciómetro, también conocido como pH-metro, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos (Manjar et al., 2014), un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y uno de vidrio que es sensible al ion de hidrógeno. También se puede medir de forma aproximada empleando papel indicador, el cual se trata de material impregnado de una mezcla de indicadores cualitativos para la determinación del valor, en este caso el equipo evaluador opta por esta opción en forma de tiras indicadoras que, mediante una combinación de cuatro colores, al compararla con valores patrones se determina la medición obtenida.

³⁷ Laboratorio de metrología de TechShop Internacional, S.A. Ubicado en Uruca, San José, Costa Rica, en condiciones ambientales de humedad relativa de 45 % y temperatura de 20°C.

Se selecciona esta opción por conveniencia, facilidad de uso, además dado que el precio en comparación con el pH-metro es sumamente asequible y cumple con el cometido deseado. Es importante mencionar que las mediciones no se pueden realizar en un ambiente seco, por lo que se utiliza agua destilada de manera que la influencia de esta última sustancia no sea preponderante y se logre la finalidad de la medición.

5. Peso final

Por último, en este experimento se tiene la variable peso, la cual busca la cuantificación de la cantidad de producto final lograda a partir de una cantidad inicial de materia prima que ingresa al proceso, es importante mencionar que dado el proceso de germinación tanto las arvejas como las lentejas absorben una cantidad importante de humedad, dicho elemento puede incluso aumentar dependiendo del tamaño del brote (Pérez Galeano & Zapata Valencia, 2015).

Esto es importante de considerar dado que durante el proceso productivo se necesita pasar las semillas por la etapa de secado, para lograr el producto final en polvo con un porcentaje bajo de humedad, sin embargo, al someterlas al secado el producto final se reduce de manera importante. La medición se realiza tomando en consideración la cantidad la final que sale en forma de polvo, esto porque la cantidad inicial es una variable controlada que siempre es la misma (500 gramos). Esta medición es relevante para sostenibilidad del negocio, puesto que da una noción sobre cuanto se puede producir a partir de la materia prima disponible; o bien, cuánto material de entrada se necesita para satisfacer las exigencias de la demanda.

3.5.1.5 Selección del diseño experimental

Los diseños factoriales se usan ampliamente en experimentos que involucran varios factores, y donde es necesario estudiar el efecto conjunto de estos en una respuesta.

En algunos experimentos factoriales, no resulta posible, o económico, aleatorizar completamente el orden de las corridas, por lo que se realiza un arreglo para hacerlo más eficiente. Este se conoce como parcelas divididas, y es un tipo de experimento jerárquico; estos están compuestos de parcelas completas (PC) y de subparcelas, o parcelas divididas (PD) (Montgomery, 2013). Esta decisión se basa en que los factores codificados como A y B son difíciles de aleatorizar en términos de tiempo y economía.

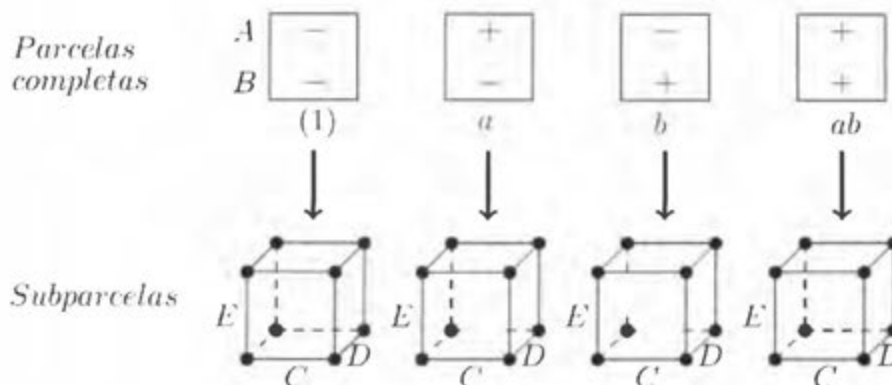
El arreglo en la ejecución se extiende al análisis de varianza (ANOVA, por sus siglas en inglés), en el cual es necesario el calcular el aporte a la suma de cuadrados del error de la parcela completa y de la subparcela (Montgomery, 2013).

En este caso particular, se cuenta con la presencia de cinco factores, de los cuales A y B son HTC (Hard-to-change, difícil de cambiar), estos dos componen la parcela completa, por lo cual se está en presencia de un factorial completo 2^2 , implicando la presencia de cuatro parcelas completas, una por cada tratamiento posible: (1), a, b y ab.

Las subparcelas están compuestas de los restantes tres factores (C, D y E), los cuales formarían otro factorial completo, un 2^3 en este caso, lo cual implica ocho tratamientos, estos se ejecutarían dentro de cada parcela completa. Por lo que el experimento se trata como pseudoaleatorizado, es decir que cada cubo 2^3 está aleatorizado dentro de cada tratamiento de los factores HTC, es decir, dentro de cada parcela. El diseño se puede apreciar de manera gráfica en la Figura 30.

Figura 30. Forma gráfica del diseño experimental

Diseño de parcelas divididas con cinco factores, dos en las parcelas y tres en las subparcelas.



Además, los grados de libertad del error están directamente asociados con la potencia del sistema, esto se debe a que los estimadores siguen distribuciones de frecuencia cuya forma depende del número de los mismos que están asociados con su estimación, teniendo como consecuencia que, entre más grados de libertad, más estrecha es la distribución de frecuencias y mayor la potencia para realizar la estimación. Teniendo en cuenta esta premisa, se realizan dos réplicas del experimento, con lo cual se obtienen 64 grados de libertad, de los cuales uno siempre es asignado a la media general (μ) y los 63 restantes se encuentran distribuidos de la siguiente forma: uno para cada efecto simple y para cada una de sus interacciones de segundo, tercer, cuarto y quinto orden; que en total son 31, cuatro para el error de la parcela completa y 28 para error de las subparcelas.

Como consecuencia de la replicación, se aumentan la cantidad de parcelas al doble, obteniendo ocho en total.

A modo de resumen, se muestra la ficha del modelo experimental en la Tabla 20.

Tabla 20. Ficha del modelo experimental

Ficha del modelo experimental			
Modelo experimental		Factorial completo en parcelas divididas	
Parcelas completas (PC)		Factorial completo 2 ²	
Factores HTC		Bajo (-1)	Alto (+1)
A	Clasificación de las semillas	Lenteja	Arveja
B	Tiempo de secado	125 min	155 min
Subparcelas o parcelas divididas (PD)		Factorial completo 2 ³	
Factores		Bajo (-1)	Alto (+1)
C	Secado previo	Sin secado	Con secado
D	Estado de las semillas	Enteras	Trituradas
E	Cantidad de moliendas	Dos moliendas	Cuatro moliendas

La codificación de A, B, C, D y E sustituye el nombre de los factores a partir de este punto del documento, por simplicidad.

- **Costos**

Se toman en consideración lo referente a todos los ingredientes y materiales que el equipo de trabajo debe adquirir para la ejecución de experimento (Tabla 21).

Tabla 21. Costo de los materiales

Material	Costo
Patrón 1 (trigo)	₡ 3 000
Patrón 2 (maíz)	₡ 3 800
Probeta	₡ 2 820
Tiras indicadoras (pH)	₡ 13 500
Marcadores	₡ 2 000
Cinta (tape)	₡ 975
Bandeja perforada	₡ 5 440
Materia prima	₡ 15 000
Total	₡ 46 535

- **Tiempo por corrida**

Para la producción de la harina se requiere de 565 minutos, el tiempo se distribuye de la siguiente forma: 20 minutos para el secado previo de las semillas en los tratamientos que lo requieran, 120 minutos para la trituración según requerimiento, 155 minutos para el secado en horno, 60 minutos para el proceso de enfriamiento, 180 minutos para la molienda y empaque, tiempos de movimientos y limpieza 30 min.

Por su parte para el proceso de medición de variables de respuesta se determina que el máximo de tiempo por corrida es de 5 minutos aproximadamente, por lo que para las 64 corridas el tiempo total de ejecución es de 320 minutos, tomando las dos etapas como una sola se estima una duración aproximada de 14 horas con 25 minutos.

3.5.1.6 Planeación y organización del trabajo experimental

Para el diseño de este experimento en particular se emplea el software R, y el paquete DoE.base versión 1.1-1 (Groemping, Amarov, & Xu, 2018).

- **Hojas de trabajo**

Se construye una hoja de trabajo en la que se detalla el orden de las corridas, se presenta la Tabla 22, 23 y 24.

Tabla 22. Hoja de trabajo

Orden estándar ³⁸	Orden de las corridas	Tipo de punto ³⁹	Bloques	PC	A	B	C	D	E	Variables de respuesta
8	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	
3	2	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	
7	3	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	
5	4	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	

³⁸ Es el orden no aleatorizado de las corridas, también es conocido como orden de Yates.

³⁹ Se refiere a si es un punto central (0 [cero]) o un punto de esquina o vértice (1 [uno]).

Tabla 23. Hoja de trabajo (continuación)

Orden estándar	Orden de las corridas	Tipo de punto	Bloques	PC	A	B	C	D	E	Variables de respuesta
1	5	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	
2	6	1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	
6	7	1	1	1	-1	-1	1	-1	1	
4	8	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	
38	9	1	1	5	-1	-1	1	-1	1	
33	10	1	1	5	-1	-1	-1	-1	-1	
39	11	1	1	5	-1	-1	-1	1	1	
40	12	1	1	5	-1	-1	1	1	1	
36	13	1	1	5	-1	-1	1	1	-1	
34	14	1	1	5	-1	-1	1	-1	-1	
37	15	1	1	5	-1	-1	-1	-1	1	
35	16	1	1	5	-1	-1	-1	1	-1	
54	17	1	1	7	-1	1	1	-1	1	
49	18	1	1	7	-1	1	-1	-1	-1	
52	19	1	1	7	-1	1	1	1	-1	
56	20	1	1	7	-1	1	1	1	1	
50	21	1	1	7	-1	1	1	-1	-1	
53	22	1	1	7	-1	1	-1	-1	1	
55	23	1	1	7	-1	1	-1	1	1	
51	24	1	1	7	-1	1	-1	1	-1	
29	25	1	1	4	1	1	-1	-1	1	
25	26	1	1	4	1	1	-1	-1	-1	
31	27	1	1	4	1	1	-1	1	1	
27	28	1	1	4	1	1	-1	1	-1	
30	29	1	1	4	1	1	1	-1	1	
26	30	1	1	4	1	1	1	-1	-1	
28	31	1	1	4	1	1	1	1	-1	
32	32	1	1	4	1	1	1	1	1	
24	33	1	1	3	-1	1	1	1	1	
22	34	1	1	3	-1	1	1	-1	1	
18	35	1	1	3	-1	1	1	-1	-1	
17	36	1	1	3	-1	1	-1	-1	-1	
23	37	1	1	3	-1	1	-1	1	1	
19	38	1	1	3	-1	1	-1	1	-1	
21	39	1	1	3	-1	1	-1	-1	1	
20	40	1	1	3	-1	1	1	1	-1	
63	41	1	1	8	1	1	-1	1	1	
64	42	1	1	8	1	1	1	1	1	
62	43	1	1	8	1	1	1	-1	1	
61	44	1	1	8	1	1	-1	-1	1	
60	45	1	1	8	1	1	1	1	-1	
57	46	1	1	8	1	1	-1	-1	-1	
58	47	1	1	8	1	1	1	-1	-1	
59	48	1	1	8	1	1	-1	1	-1	
14	49	1	1	2	1	-1	1	-1	1	

Tabla 24. Hoja de trabajo (continuación)

Orden estándar	Orden de las corridas	Tipo de punto	Bloques	PC	A	B	C	D	E	Variables de respuesta
9	50	1	1	2	1	-1	-1	-1	-1	
16	51	1	1	2	1	-1	1	1	1	
12	52	1	1	2	1	-1	1	1	-1	
10	53	1	1	2	1	-1	1	-1	-1	
11	54	1	1	2	1	-1	-1	1	-1	
15	55	1	1	2	1	-1	-1	1	1	
13	56	1	1	2	1	-1	-1	-1	1	
47	57	1	1	6	1	-1	-1	1	1	
44	58	1	1	6	1	-1	1	1	-1	
45	59	1	1	6	1	-1	-1	-1	1	
48	60	1	1	6	1	-1	1	1	1	
41	61	1	1	6	1	-1	-1	-1	-1	
43	62	1	1	6	1	-1	-1	1	-1	
42	63	1	1	6	1	-1	1	-1	-1	
46	64	1	1	6	1	-1	1	-1	1	

- **Responsables**

Seguidamente, en la Tabla 25 Y 26, se muestran los roles y responsabilidades que cada integrante del grupo tiene en la ejecución del experimento, es importante indicar que se hace en dos instancias que ocurren en días y lugares diferentes, se realiza de esta forma puesto que la elaboración de la harina se realiza en las instalaciones de la empresa Cosecha Dorada S.A, la selección del espacio obedece a que la compañía tiene el equipo industrial necesario, molino, horno, latas de horneado y otras otras facilidades. Por otro lado, las mediciones de las variables de respuesta se realizan el día siguiente en Bello Horizonte de Escazú, en la casa de habitación de un integrante del equipo de trabajo.

Tabla 25. Roles y responsabilidades en la ejecución del experimento

Rol	Descripción	Encargados
Preparación de materias primas	Sacar del empaque las materias primas y verificar el grado de germinación.	Steven García
Control factores fijos	Persona en cargada de controlar los factores fijos, su misión es minimizar la introducción de ruido en la ejecución del experimento	Brenda Fonseca
Preparador de corridas	Persona encargada de colocar según el número de corrida, la configuración del tratamiento y todos los implementos necesarios para cada corrida.	Carlos Campos
Secado previo	Persona encargada de realizar el proceso de secado previo o no, según corresponda al tratamiento.	Brenda Fonseca
Trituración	Persona encargada de realizar el proceso de trituración o no, según lo que establezca el tratamiento de la corrida.	Steven García
Horneado	Persona encargada de realizar el proceso de secado de los brotes en el horno, según lo establecido.	Carlos Campos

Tabla 26. Roles y responsabilidades en la ejecución del experimento (continuación)

Rol	Descripción	Encargados
Enfriamiento	Responsable de colocar los brotes secos y calientes en la estación de enfriamiento.	Carlos Campos
Molienda	Responsable de triturar los brotes secos y fríos según la cantidad de veces que corresponda.	Steven García Gofí
Empaque y etiquetado	Persona encargada de recolectar las muestras a la salida de la molienda, empaclarlas, pesarlas y etiquetarla según el número de corrida	Brenda Fonseca

Los roles y responsabilidades para la medición de las variables respuestas (Tabla 27), se detallan a continuación.

Tabla 27. Roles y responsabilidades en la medición de las variables del experimento

Rol	Descripción	Encargados
Cronometraje	Controlar el tiempo de lectura de cada corrida, reduciendo el error entre tomas	Steven García
Control factores fijos	Persona en cargada de controlar los factores fijos, su misión es minimizar la introducción de ruido en la ejecución del experimento (incluye la medición del peso inicial, la temperatura, entre otros)	Brenda Fonseca
Digitador/ Trazador	Persona responsable de la toma de datos cuando cada corrida finalice	Steven García
Preparador de corridas	Persona encargada de tener a disposición los alimentos, e implementos necesarios para cada corrida	Carlos Campos

- **Instrucciones específicas**

Seguidamente, en la Tabla 28 y 29, se muestran las instrucciones específicas que cada integrante del equipo de trabajo debe seguir durante el proceso de elaboración de las harinas y para la de medición de las variables respuesta.

Tabla 28. Instrucciones específicas de ejecución

Actividad	Instrucciones
Preparación de materias primas	Sacar de las bolsas los brotes y colocarlos en un recipiente limpio. Asegurarse de que las lentejas y arvejas, estén en etapa de brote y en buen estado.
Controlar factores fijos	Revisar que al inicio de cada corrida los factores definidos como fijos, se encuentren en el estado correcto.
Digitador/Trazador	Debe indicar a los colaboradores cuando es su turno de ejecutar una corrida, así como los niveles de los factores correspondientes a esa corrida, según aleatorización.

Tabla 29. Instrucciones específicas de ejecución (continuación)

Actividad	Instrucciones
Preparar corridas	<p>Se debe de tener los elementos a disposición para cada corrida. Una vez realizada la corrida, recupera los insumos, los limpia y los entrega a los respectivos encargados.</p>
Secado	<p>Transportar las muestras a la estación de secado. Proceder al secado previo de los brotes, si corresponde al tratamiento.</p>
Trituración	<p>Pasar la muestra a la siguiente etapa. Tomar la muestra y pasarla por el molino una vez, según corresponda al tratamiento.</p>
Secado de los brotes	<p>Pasar la muestra a la siguiente etapa. Limpiar los instrumentos usados. Encender y precalentar el horno a la temperatura según corresponda. Colocar los brotes en las bandejas, extendidos en el área delimitada en la bandeja para cada muestra. Colocar en el horno en los espacios definidos las bandejas según los tratamientos que correspondan. Vigilar que las variaciones de temperatura se encuentren en el rango estipulado. Una vez transcurrido el tiempo de secado, retirar las bandejas del horno. Transportar de los hornos a la zona de enfriamiento, las bandejas con las muestras.</p>
Enfriamiento	<p>Separar cualquier basura presente en la bandeja. Verter los brotes en un recipiente limpio. Transportar las muestras a la estación de molienda.</p>
Molienda	<p>Verter los brotes secos en el molino. Girar la manivela para triturar los brotes secos. Realizar el proceso de trituración según corresponda al tratamiento.</p>
Empaque y etiquetado	<p>Limpiar el molino una vez finalizada la molienda. Transportar la muestra de producto a la estación de empaque y etiquetado. Verter el contenido en bolsas plásticas limpias. Pesar el contenido de las muestras de producto. Etiquetar las muestras según el número de corrida. Almacenar las muestras en cajas para transporte.</p>

Para que la medición de las variables respuesta en todas las muestras, se lleve a cabo de manera exitosa se siguen las siguientes disposiciones (Tabla 30 y 31).

Tabla 30. Instrucciones específicas de medición

Actividad	Instrucciones
Cronometrar	Indicar el inicio de la corrida. Tomar el tiempo de inicio a fin en las corridas, según lo requerido.
Controlar factores fijos	Revisar que al inicio de cada corrida los factores definidos como fijos, se encuentren en el estado correcto.
Tomar datos	Debe indicar a los colaboradores cuando es su turno de ejecutar una corrida, así como los niveles de los factores correspondientes a esa corrida, según aleatorización.
Preparar corridas	Tomar los datos (tiempos, recorridos en centímetros, valores de pH y pesos en gramos) obtenidos en cada corrida y digitarlos en las hojas de trabajo. Se deben de tener los elementos a disposición para cada corrida.
Realizar mediciones	Una vez realizada la corrida, recupera los insumos, los limpia y los entrega a los respectivos encargados. Se deben abrir las bolsas de cada muestra de producto, verter el contenido en el recipiente para la medición de la variable respuesta color, se debe verificar que el contenido sea la cantidad determinada (hasta la marca en el recipiente). En la estación de la variable color, con cinta de color blanco esta demarcado donde debe colocarse exactamente el recipiente, además donde se va a colocar el dispositivo poka yoke para la toma de la fotografía. Se coloca el dispositivo y el celular en las posiciones demarcadas, se hace la verificación de que no exista obstrucción de la cámara y se toma la fotografía. Se retira el sistema y recipiente con la muestra, a su vez que en el dispositivo dedicado (celular Huawei P Smart) se realiza el etiquetado de la muestra según su número de corrida. Cuando se finaliza lo anterior, se lleva la muestra a la estación donde se mide la variable textura, se procede a sacar la cantidad de gramos determinada en un recipiente limpio y tarado, de cerámica, mediante la utilización de una balanza de precisión. Por su parte se alista la muestra de agua, la cual se obtiene de un recipiente de 5 litros destinado para el experimento mediante la utilización de una probeta graduada. Se mezcla tanto la harina como la cantidad de agua definida, en el recipiente limpio y con la ayuda de un agitador se mueve la mezcla por 30 segundos y se deja reposar un minuto, posterior a esto se toma la muestra y se coloca en la parte superior del plano inclinado. Se inicia el cronometro una vez la mezcla se ha deslizado por la línea de salida demarcada en el plano, cuando transcurren 30 segundos, con un marcador se señala el punto donde se ubica la misma, en la medición se coloca el punto en la parte más adelantada del fragmento principal de mezcla (si es que se ha fragmentado) y se mide con una regla en línea recta la distancia recorrida en centímetros, desde la línea de salida. Se anota el dato y se limpia el sistema de medición.

Tabla 31. Instrucciones específicas de medición (continuación)

Actividad	Instrucciones
Realizar mediciones (continuación)	<p>Una vez transcurrido 1 minuto en el cronometro, se retiran las tiras de la mezcla, se agitan para limpiar el excedente de producto que puedan tener. Se toma cada tira y se compara la coloración obtenida con el patrón de la caja y se anota el valor en las hojas de trabajo.</p> <p>La siguiente medición corresponde a la granulosidad, esta variable se cuantifica utilizando la balanza de precisión, al medir la cantidad de harina que se tiene posterior a la etapa de cernido, el proceso se realiza colocando sobre la malla metálica la muestra de producto y mediante movimientos circulares sostenidos se cierne el producto.</p> <p>Cuando se detecta que ya no hay paso de harina, se toma y se pesa la muestra que ha logrado atravesar la malla metálica, se anota el peso.</p> <p>Por diferencias de pesos se determina la cantidad de producto que posee un tamaño igual o superior al del agujero de la malla metálica, importante mencionar que no se realiza presión sobre el producto para no forzar el paso de partículas con tamaños superiores a las aberturas de malla.</p>

- **Detalles logísticos**

La primera parte del experimento se realiza el sábado 6 de abril del 2019 y la segunda parte de medición de variables respuesta el domingo 7 de abril del 2019.

- Es necesaria la disposición del espacio físico donde se realiza el experimento, durante las horas determinadas para la ejecución.
- Designación de responsables para cada actividad del experimento.
- Asegurarse que de contar con los equipos (cronómetro, computadoras, mesas, sillas, entre otros) necesarios, así como de cubrir las necesidades especiales de estos equipos (electricidad).

A continuación, se muestra, en la Tabla 32, las tareas asignadas a cada integrante del equipo, según la función a realizar en cada parte de la ejecución del diseño experimental.

Tabla 32. Tareas asignadas

Instrumento o material	Encargado
Muestras de materia prima	Brenda Fonseca
Hojas de trabajo	Steven García
Molino	Steven García
Horno	Carlos Campos y asesor de la empresa
Balanza de precisión	Brenda Fonseca
Equipo de empaque y etiquetado	Brenda Fonseca

Para la segunda etapa realizada el domingo, se tiene la siguiente configuración de detalles logísticos (Tabla 33).

Tabla 33. Instrumentos y materiales para el experimento y encargados

Instrumento o material	Encargado
Muestras de Harinas	Brenda Fonseca
Hojas de trabajo	Steven García
Sistemas de plano inclinado y poka yoke para fotografías	Steven García
Instrumentos y materiales de cocina	Carlos Campos
Balanza de precisión	Brenda Fonseca

Los detalles logísticos para la planificación, implementación y control de la ejecución del experimento se determinan entre los días 23 y 24 de mayo de 2019.

- **Corridas fallidas**

Toda corrida que se desvíe de lo planificado se considera corrida fallida y se procede a repetirla desde el inicio, con el objetivo de salvaguardar la integridad de los resultados, aleatorizando nuevamente los datos en la subparcela para garantizar la pseudoaleatorización (recordando que el experimento no está completamente aleatorizado, sino que la aleatorización solo se encuentra en la subparcela, en los factores C, D y E).

Si la corrida fallida ocurre durante la medición de las variables de respuesta, el experimento sería tratado como incompleto y/o desbalanceado.

- **Posibles acciones de contingencia**

A continuación, se establecen las medidas de contingencia (Tabla 34), que tienen como objetivo salvaguardar la ejecución del experimento ante cualquier eventualidad, evitando que se detenga en proceso.

Tabla 34. Posibles acciones de contingencia

Situación	Acción de contingencia	Responsable
Fallo del cronómetro	Uso de otro dispositivo celular con otro cronómetro.	Responsable de factores fijos
Fallo de los equipos de cómputo	Se cuenta con otro dispositivo de cómputo	Responsable de factores fijos
Pérdida de datos digitales	Todos los datos se van respaldando directamente en la nube (Dropbox).	Digitador
Pérdida de Wi-Fi	Tener teléfono con red de anclaje y acceso a internet disponible.	Digitador
Pérdida de muestras	Se dispone suficiente producto como para ejecutar al menos 15 corridas adicionales de cualquier tratamiento La balanza de precisión puede funcionar con baterías.	Responsable de factores fijos
Falla con los equipos eléctricos	En la planta de producción se cuenta con un generador diésel que mantendrá en funcionamiento los equipos por al menos cinco horas.	Responsable de preparar las corridas

- **Determinación de pruebas de ensayo**

Con el fin de constatar de que las condiciones bajo las cuales se ejecuta el experimento son válidas, se realiza una serie de pruebas preliminares con algunas muestras del producto desarrollado, así como con los patrones; por ejemplo, se valora que el plano inclinado efectivamente es de longitud suficientemente amplia como para que las muestras más líquidas, en el doble de tiempo, no se salgan del mismo. Se constata que las tiras de pH cambian sus tonalidades, de manera que, si es posible realizar la medición, se constata la repetibilidad y reproducibilidad de las mediciones del peso y que el producto pasa a tal vez de la malla metálica seleccionada.

Todas estas pruebas además de validar los métodos de medición ayudan a disminuir la curva de aprendizaje de los encargados de la ejecución y mediciones de las variables de respuesta.

3.5.1.7 Realización del experimento

La elaboración de la harina se realiza el sábado 6 de abril del 2019, esta es la fecha en la que se facilita uso de las instalaciones en la planta; el equipo de trabajo inicia labores a las 8:00 a.m. con la supervisión y colaboración del jefe de producción de la empresa. Se da comienzo con una charla sobre los lineamientos de la utilización de los equipos y reglas de seguridad generales para el uso de las instalaciones.

A las 8:30 a.m. se inicia el proceso de escrutinio de la materia prima, una vez se corrobora la idoneidad de estas, se procede con la distribución de para las corridas. En la Figura 31, se muestran algunos de los elementos necesarios en el experimento.

Figura 31. Elementos de la ejecución del experimento



Horno



Molino



Materia Prima

Los elementos principales (horno, bandejas, molino) fueron cuidadosamente limpiados para evitar trazas o partículas contaminantes de otros productos que se realizan en esta planta, la materia prima fue pesada y separada según la configuración de los tratamientos, teniendo estos elementos listos, da inicio al proceso de ejecución de la parte experimental de la elaboración de la harina.

Seguidamente se muestran fotografías (Figura 32) del paso de la materia prima a través de todas las estaciones de transformación, donde fue sometida a la influencia de los factores considerados como pertinentes, gracias a pruebas preliminares realizadas y revisión bibliográfica.

Figura 32. Ejemplo de secuencia de pasos de la materia prima



Por su parte las variables de respuesta son medidas el día 7 de abril del 2019, en Bello Horizonte de Escazú, respetando los roles e instrucciones establecidos.

A la 8:00 a.m. se inicia configurando los espacios designados para cada estación de trabajo, es decir donde se realiza cada medición de una variable de respuesta, en cada lugar se realiza una demarcación con cinta adhesiva blanca y marcadores de colores, de esta manera en cada corrida es claro dónde colocar la muestra y los sistemas de mediciones. Se limpian todos los materiales y equipos a utilizar como probetas, recipientes de cerámica, plano inclinado, entre otros, también se verifica el correcto funcionamiento de los dispositivos para tomar fotografías, cronómetro y balanza de precisión.

Se revisa el etiquetado de todas las muestras de producto, incluyendo los patrones seleccionados. Teniendo la configuración preparada a las 9:00 a.m. se realizan las corridas de prueba o ensayos, para comprobar que todo lo dispuesto funciona de la manera planeada. A las 9:30 se da el inicio oficial del experimento, según las instrucciones previamente detalladas y los roles establecidos, no fue necesario utilizar las acciones de contingencia preparadas ni declarar como nula ninguna corrida, por lo que la ejecución transcurre sin sobresalto alguno, y a las 3:30 p.m. se da por concluida la medición de variables respuestas.

3.5.2 Análisis e interpretación

El análisis de los datos recolectados es realizado con R, de igual forma que la matriz de diseño u hojas de trabajo, utilizándose los siguientes paquetes:

- forecast, versión 8.7 (Hyndman et al., 2019).
- nortest, versión 1.0-4 (Gross & Ligges, 2015).
- readxl, versión 1.3.1 (Wickham et al., 2019).
- pid, versión 0.50 (Dunn, 2018).
- gplots, versión 3.0.1.1 (Warnes et al., 2019).

3.5.2.1 Resultados obtenidos

A continuación, se presentan los valores recolectados para cada una de las variables de respuesta en estudio (Tabla 35 y 36).

Tabla 35. Resultados obtenidos del experimento

Orden de las corridas	Textura (cm)	Acidez (pH)	Rendimiento (%)	Color (ΔE)	Peso (g)
1	31,0	6	83,88 %	17,19	190,75
2	27,0	7	85,48 %	17,08	171,61
3	18,2	6	87,32 %	15,55	185,50
4	10,1	6	79,12 %	16,82	192,76
5	19,3	7	74,25 %	16,62	190,70
6	11,9	6	69,28 %	20,02	177,20
7	14,1	7	78,50 %	17,82	187,50
8	17,8	7	88,86 %	14,87	179,30
9	12,0	7	75,65 %	17,64	202,47
10	21,7	6	77,71 %	16,21	182,94
11	21,6	7	87,07 %	14,88	180,12
12	34,5	6	88,19 %	18,44	190,90
13	16,0	6	83,74 %	16,30	191,08
14	15,1	6	76,72 %	16,81	184,22
15	10,5	6	68,57 %	18,07	200,86
16	25,1	6	85,94 %	14,27	184,55
17	10,7	6	73,73 %	19,24	181,62
18	11,2	6	74,42 %	18,04	179,20
19	16,0	7	86,92 %	22,15	186,22
20	20,1	7	90,02 %	20,30	174,39
21	13,0	7	71,09 %	20,20	182,71
22	13,0	6	75,35 %	20,57	180,61
23	11,5	7	93,07 %	21,23	171,67
24	15,6	6	84,86 %	22,79	181,70
25	14,1	6	87,53 %	15,17	188,71
26	10,9	6	86,91 %	15,77	184,85
27	11,9	6	93,36 %	20,90	178,74
28	13,6	7	91,55 %	17,24	194,84
29	11,9	6	88,04 %	14,41	181,46
30	13,2	6	73,58 %	15,60	198,40
31	12,1	6	76,30 %	15,82	195,57
32	17,1	6	92,49 %	21,66	186,13
33	20,1	6	89,11 %	18,97	173,05
34	13,7	6	87,67 %	23,01	174,83
35	11,6	7	81,28 %	19,51	181,35
36	9,2	6	70,22 %	22,04	180,94
37	12,0	7	86,58 %	22,53	174,61
38	17,3	6	86,89 %	20,13	182,87
39	12,3	7	89,82 %	22,77	160,73
40	16,0	6	88,34 %	20,12	185,90
41	13,2	6	90,77 %	22,84	190,21
42	14,2	7	92,02 %	21,42	181,45
43	17,4	6	89,71 %	16,23	189,24
44	13,0	6	89,04 %	15,82	191,85
45	14,2	6	85,60 %	16,08	182,30
46	11,5	7	88,23 %	18,22	184,90
47	12,0	6	86,15 %	20,70	194,25

Tabla 36. Resultados obtenidos del experimento (continuación)

Orden de las corridas	Textura (cm)	Acidez (pH)	Rendimiento (%)	Color (ΔE)	Peso (g)
48	15,1	6	87,90 %	15,62	195,16
49	15,6	6	86,67 %	11,80	174,88
50	11,9	6	71,13 %	12,23	175,32
51	19,0	6	90,62 %	17,03	174,30
52	25,0	7	86,20 %	14,42	166,30
53	16,1	6	85,80 %	11,21	196,80
54	16,5	6	78,09 %	14,04	174,19
55	15,5	6	85,30 %	10,65	188,79
56	13,7	7	89,94 %	14,75	175,91
57	19,2	6	90,37 %	13,40	175,50
58	22,3	6	86,09 %	15,44	173,89
59	14,8	6	89,94 %	12,10	196,61
60	14,4	7	84,12 %	15,58	180,96
61	11,1	6	86,36 %	14,02	163,91
62	16,2	6	76,70 %	10,93	196,22
63	17,0	7	90,32 %	11,46	196,36
64	12,7	6	94,02 %	10,00	192,43

3.5.2.2 Comprobación de los supuestos del ANOVA

Para la aplicación del modelo de ANOVA, se debe suponer que las observaciones son independientes y que los residuales estén distribuidos en forma normal y con varianza común (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2012); estos son nombrados como independencia, normalidad y homocedasticidad, respectivamente.

La hipótesis estadística del modelo ANOVA es:

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$$

$$H_1 = \text{Al menos una media no es igual}$$

- Textura

La verificación del supuesto de normalidad puede hacerse graficando un histograma de los residuales; sin embargo, cuando se trabaja con muestras pequeñas, suelen ocurrir fluctuaciones significativas, por lo que la aparición de una desviación marcada de la normalidad es potencialmente seria, y requiere un análisis adicional; por tanto, un procedimiento en extremo útil es la construcción de un gráfico de probabilidad normal (o un gráfico cuantil-cuantil) de los residuales del modelo, si la distribución fundamental de los errores es normal, esta gráfica tendrá la apariencia de una línea recta; para visualizar la línea recta, se debe prestar más atención a los valores centrales que a los valores extremos o colas (Montgomery, 2013).

Además, se emplea la prueba de Anderson-Darling (AD); esta se utiliza para probar si una muestra de datos procede de una población específica, es una modificación de la prueba de Kolmogorov-Smirnov y le da más peso a las colas, lo que la hace más sensitiva (Stephens, 1974).

Las desviaciones de la normalidad (anomalías, o colas pesadas) hacen por lo general que tanto el verdadero nivel de significación como la verdadera potencia difieran ligeramente, con la potencia

siendo generalmente más baja. Una anomalía muy común que suele ponerse de manifiesto es un residual que es mucho más grande que cualquier otro; a un residual así se le llama punto atípico. Una verificación aproximada de este punto es examinando los residuales estandarizados (los cuales son empleados en los subsecuentes análisis); y estos deben ser aproximadamente normales, con media cero y varianza uno, por tanto, cerca del 68 % de los residuales deben encontrarse dentro ± 1 , cerca del 94 % de ellos entre ± 2 y virtualmente todos deberían estar incluidos dentro de ± 3 . Un residual mayor que tres o cuatro desviaciones estándar a partir de cero es un punto atípico potencial (Montgomery, 2013).

La hipótesis para la prueba de normalidad es:

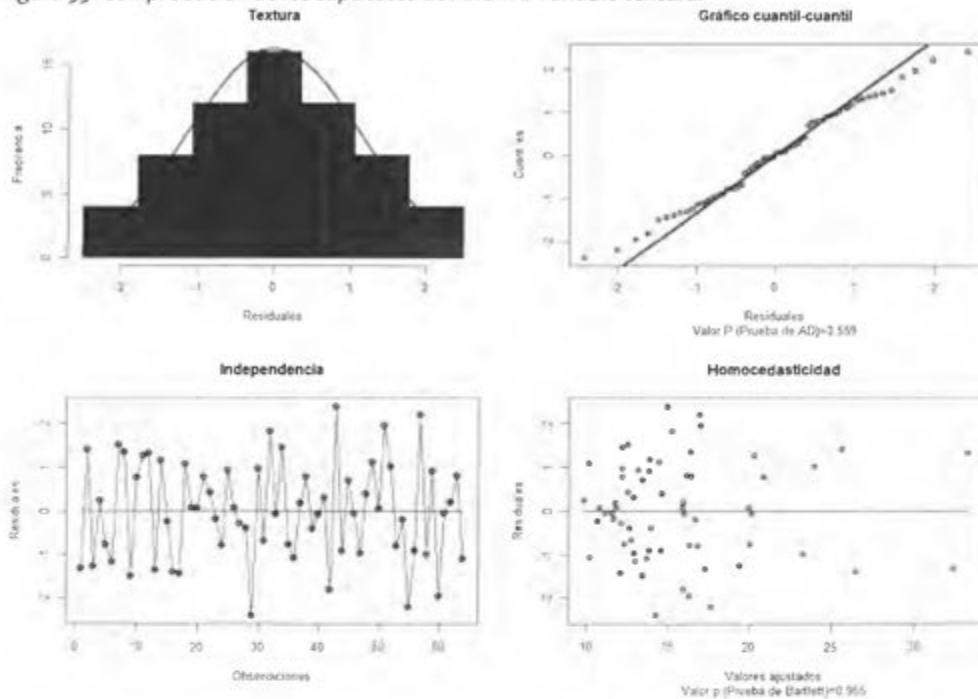
- H_0 : Los datos siguen una distribución normal.
- H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

Por lo tanto, como se muestra en la Figura 33, el histograma de los residuales de la variable textura se encuentra centrado en cero y se ajusta a una distribución normal, además, en el gráfico cuantil-cuantil se aprecia que los residuales se ajustan a una línea recta teórica en el centro de los datos. Se cuenta con la presencia de colas tanto a la izquierda como a la derecha de la distribución, no obstante, ninguna de ellas es un potencial punto atípico, ya que no sobrepasan las tres desviaciones estándar absolutas, para cada extremo de la distribución.

Finalmente, con un 95 % de confianza, y en contraste con el valor p de la prueba AD (0,559), se concluye que no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que los datos siguen una distribución normal.

El supuesto de independencia se puede demostrar mediante la graficación de los residuales en el orden temporal de la recolección de los datos, es decir, el orden de las corridas. Una tendencia a tener corridas de residuales positivos y negativos, o que muestra una dispersión mayor en unos de sus extremos que en el otro, como una corneta, indica una correlación positiva y esto implicaría una violación al supuesto de independencia. Esto se trata de un problema serio y cuya solución es compleja, por lo que una correcta aleatorización del experimento es un paso para garantizar este supuesto. En ausencia de tendencias, no hay razón para sospechar cualquier violación de los supuestos de independencia o de una varianza constante (Montgomery, 2013).

Figura 33. Comprobación de los supuestos de ANOVA. Variable textura.



En el caso de la independencia, no es apreciable una tendencia, por lo que se concluye que no existe correlación en los datos.

Al graficar los residuales contra los valores ajustados, no se debe mostrar ningún patrón obvio, caso contrario, sale a relucir un defecto, el de la heterocedasticidad (varianza no constante). Si se viola este supuesto, la prueba F solo resulta afectada ligeramente, si el modelo es balanceado y de efectos fijos, como en este caso. El enfoque usual para abordar un problema de varianza no constante es el de aplicar una transformación de los datos, para estabilizar la varianza. También existen pruebas formales para la verificación de la homocedasticidad, el más común corresponde a la prueba de Bartlett⁴⁰ (Montgomery, 2013). La hipótesis estadística para Bartlett es:

- H_0 : Todas las varianzas son iguales
- H_1 : El enunciado anterior no es verdadero para al menos una varianza

En la Figura 33 se muestra la gráfica de residuales contra valores ajustados, en la cual no se aprecia ningún patrón obvio, salvo que el extremo izquierdo muestra mayor aglomeración de datos y que muestran una posible varianza mayor, por lo cual se aplica la prueba de Bartlett (una vez comprobado el supuesto de normalidad), obteniendo un valor p de 0,955, por lo que con un 95 % de confianza, no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que todas las varianzas sean iguales.

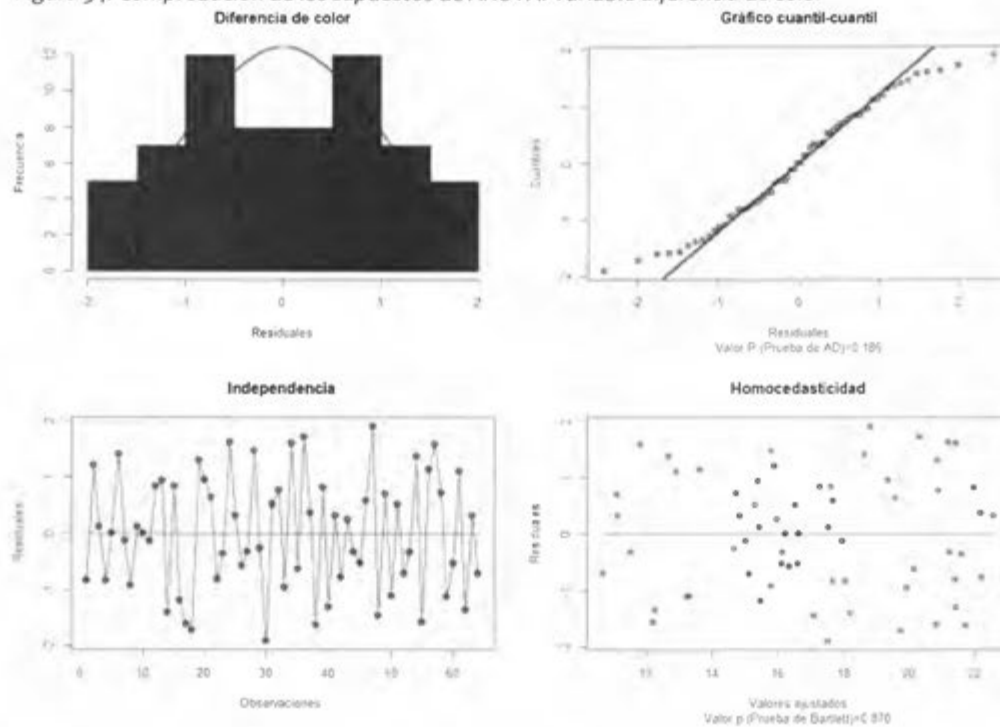
⁴⁰ “La prueba de Bartlett es muy sensible al supuesto de normalidad. Por consiguiente, cuando la validez de este supuesto esté en duda, no deberá usarse la prueba de Bartlett (...) la prueba de Levene modificada (...) es un procedimiento muy útil que es robusto en cuanto a las desviaciones de la normalidad” (Montgomery, 2013).

- **Diferencia de color**

Como en el análisis de la anterior variable de respuesta se establece la justificación teórica, para esta y las siguientes, no se aborda de nuevo, sino que solamente se evalúa el cumplimiento o no de los supuestos de aplicación de ANOVA.

En la Figura 34 se muestra la comprobación de supuestos para la variable de respuesta color. Se aprecia un histograma centrado en cero, con distribución aproximadamente normal, junto a este, a la derecha, el gráfico cuantil-cuantil muestra que los residuales estandarizados se ajustan en el centro de los mismos a la línea recta teórica, además, los residuales estandarizados se encuentran dentro de las tres desviaciones estándar absolutas, y esto junto con un valor p para la prueba AD de 0,186 y un nivel de confianza de 95 %, se concluye que no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que los datos se ajustan a la distribución normal.

Figura 34. Comprobación de los supuestos de ANOVA. Variable diferencia de color

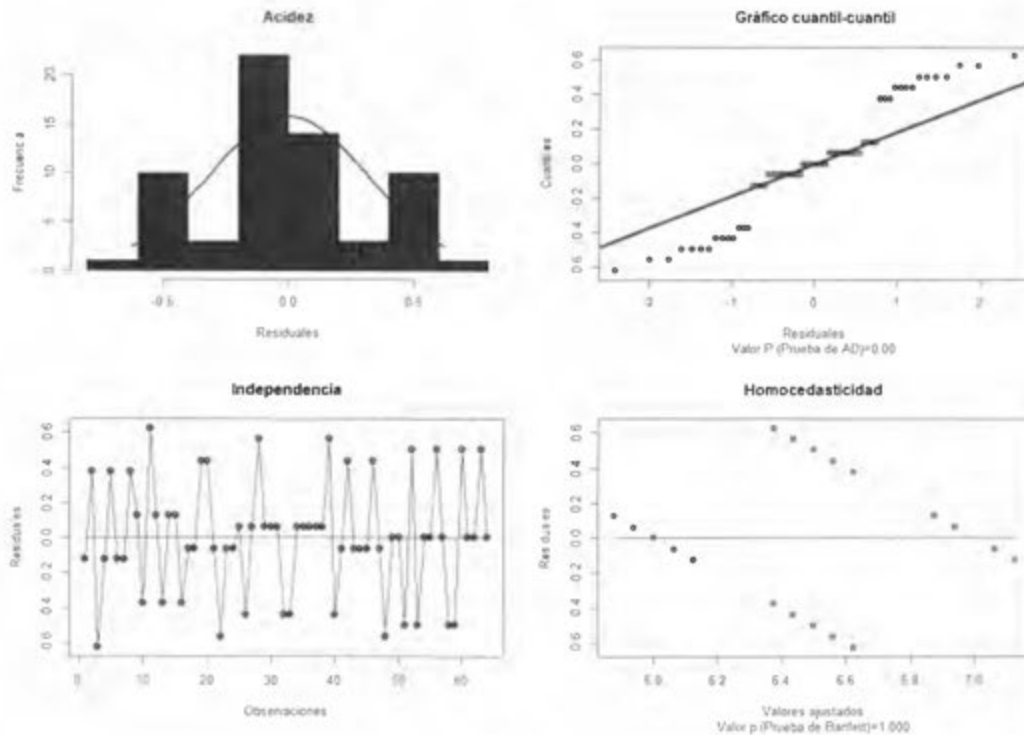


Con respecto a la independencia de los datos, no se muestra ningún patrón apreciable, por lo que se cumple este supuesto. Mismo caso se da en el caso de la homocedasticidad, donde tampoco se observan patrones, aunado al hecho de que el valor p para la prueba de Bartlett es de 0,870, por lo cual se concluye a un 95 % de confianza que no existe evidencia objetiva para rechazar la hipótesis nula de que las varianzas sean iguales.

- **Acidez**

En la Figura 35, se muestra la comprobación de supuestos para la variable de respuesta acidez.

Figura 35. Comprobación de los supuestos de ANOVA. Variable acidez



Con respecto al histograma, se muestra centrado en cero, pero con la salvedad de que las colas son pesadas; mismo comportamiento se muestra en la gráfica cuantil-cuantil, donde son pocos los residuales que se ajustan a la línea recta teórica, mostrando dos colas pesadas, tanto a izquierda como derecha del gráfico. El valor p obtenido de la prueba AD (0,00) demuestra que si existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de que los datos siguen una distribución normal.

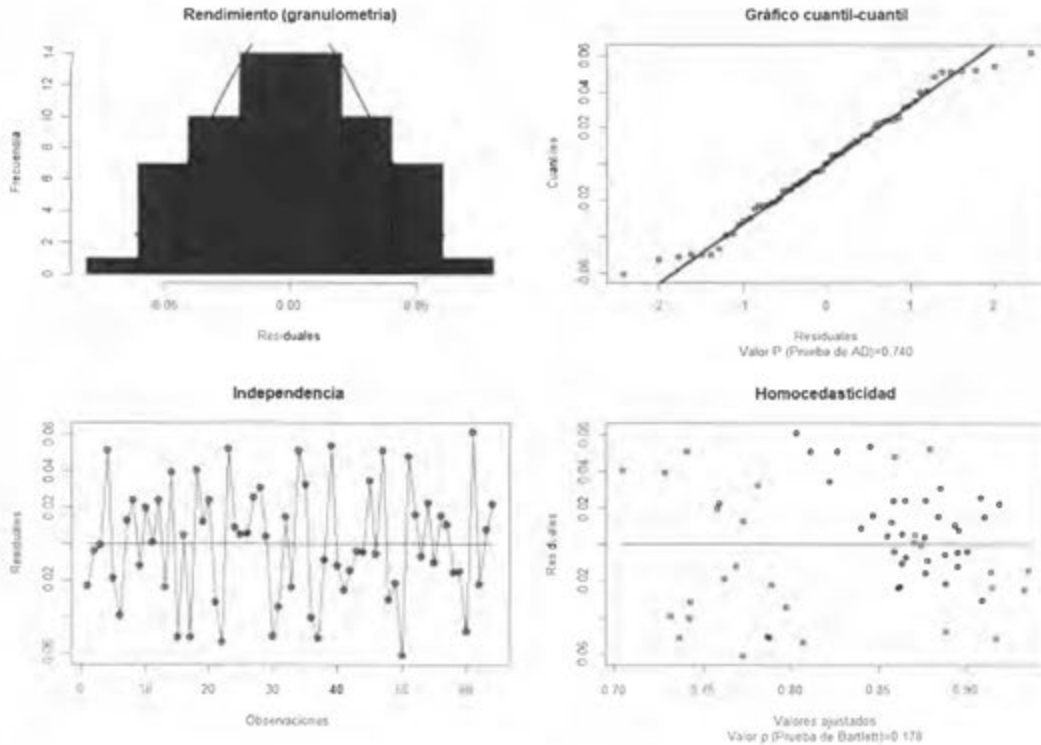
Para solventar este problema se aplica una transformación de los datos, tanto la de Box-Cox como la de Johnson, pero ninguna resulta efectiva; ya que el problema de fondo es que los datos recolectados son discretos, seis y siete, y la cantidad de réplicas no es suficiente para mitigar este hecho.

Los demás supuestos de aplicación del ANOVA se cumplen, como se muestra en la anterior figura, no obstante, se toma la decisión de abandonar esta variable de respuesta; los datos obtenidos de la experimentación no serán desechados, sino que serán analizados a posteriori mediante estadística descriptiva básica.

- **Rendimiento (granulometría)**

La Figura 36 muestra un histograma centrado en cero y con forma aproximadamente normal, con ningún residual fuera de las tres desviaciones estándar absolutas, junto a esto el gráfico cuantil-cuantil muestra el ajuste de los residuales a la línea teórica. Además, de la prueba AD se obtiene un valor p de 0,740, por lo que con un 95 % de confianza se concluye que no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula.

Figura 36. Comprobación de los supuestos de ANOVA. Variable rendimiento



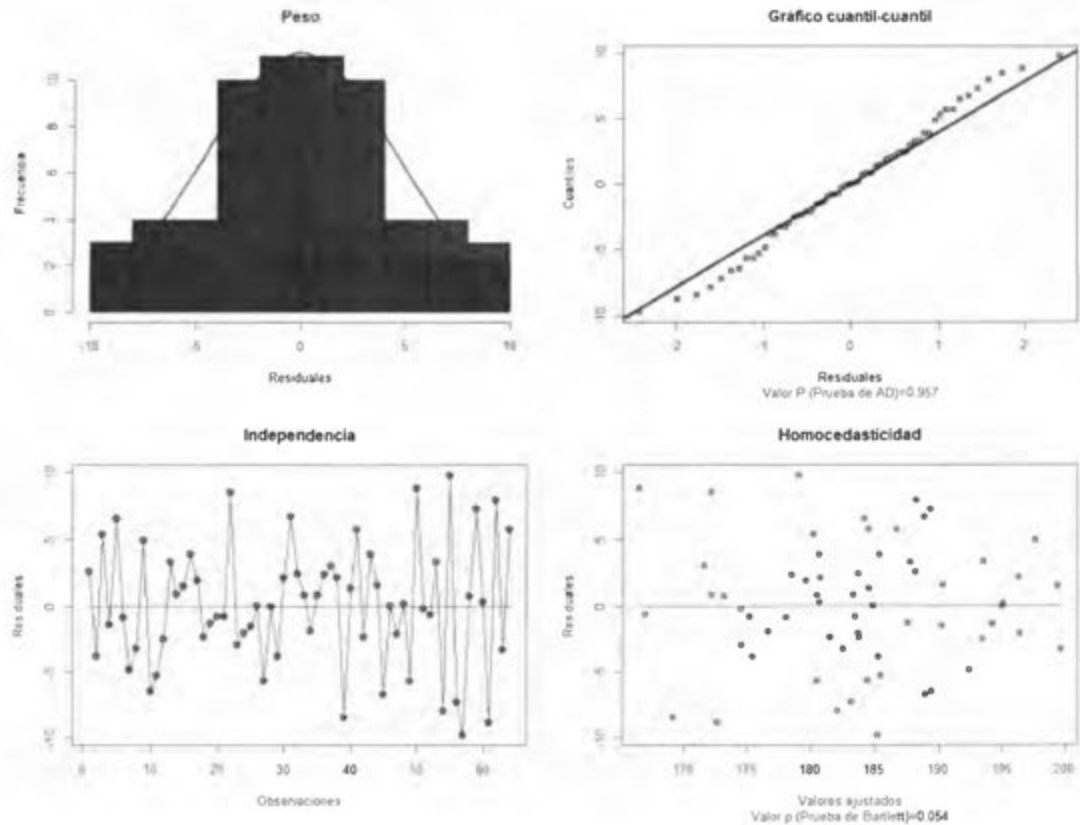
Para el gráfico de independencia no se aprecia ningún patrón, por lo que no hay ninguna violación a este supuesto. De igual forma en el gráfico de residuales contra valores ajustados no muestra patrones obvios y junto a esto la prueba de Bartlett arroja un valor p de 0,178, por lo tanto, no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de las varianzas son iguales, con un 5 % de significancia.

- **Peso**

Por último, la variable de respuesta peso muestra su comprobación de supuestos en la Figura 37, donde en primer lugar se aprecia un histograma con forma normal, centrado en cero, mientras que el gráfico cuantil-cuantil muestra que los datos centrales se ajustan a la línea recta teórica, por lo que se puede concluir que los datos se siguen a la distribución normal, esto sumado al hecho de que de la prueba Anderson-Darling se obtiene un valor p de 0,957, por lo que con un 95 % de confianza, no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula.

No existen violaciones al supuesto de independencia, como se muestra en el respectivo gráfico, así como al supuesto de homocedasticidad, tanto por los criterios visuales del gráfico como el de la prueba de Bartlett, que da como resultado un valor p de 0,054, por lo que, manteniendo el nivel de confianza, no existe evidencia para rechazar la hipótesis nula.

Figura 37. Comprobación de los supuestos de ANOVA. Variable peso



3.5.2.3 Resultados del ANOVA

El análisis de la varianza o ANOVA, por sus siglas en inglés, es un procedimiento mediante el cual la variación total de la variable dependiente, es decir, la variable de respuesta, se subdivide en componentes que luego se observan y se tratan de forma sistemática (Walpole et al., 2012). La tabla de ANOVA se compone de:

- **Grados de libertad:** se definen como la dimensión del dominio de un valor aleatorio o como el número de observaciones en los datos que pueden variar libremente al estimar parámetros estadísticos, por ejemplo, en el caso de ANOVA, se pierde o se invierte, mejor dicho, un grado de libertad para estimar la media, y así subsecuentemente para cada término en el modelo que se desea estimar (Minitab Blog Editor, 2019a).
- **Suma de cuadrados (SC):** refleja una medida de variación respecto a la media de cada término que se explica con el modelo, salvo la SC del error, la cual representa la variación alrededor de la estimación que no es explicada por el modelo (Walpole et al., 2012), la SC es ajustada cuando no dependen del orden en que los factores ingresan al modelo (Soporte de Minitab® 18, 2019a).
- **Cuadrados medios (CM):** son las distintas sumas de cuadrados divididas por sus respectivos grados de libertad, su importancia radica en que los cálculos se resumen o realizan mediante ellos (Walpole et al., 2012). Por ejemplo, el del valor F.
- **Valor F:** La prueba lleva el nombre de su estadística de prueba, F, que fue nombrada así en honor al científico inglés Ronald Fisher. La estadística es simplemente un cociente de dos

varianzas. Las varianzas son una medida de dispersión, es decir, qué tan dispersos están los datos con respecto a la media. Los valores más altos representan mayor dispersión. Para los términos en la parcela completa, se usa el Error de PC y para los términos en las parcelas divididas se emplea el Error de PD como divisor. El valor F se emplea para evaluar la hipótesis del ANOVA, presentada previamente; para ellos se utilizan los valores F teóricos⁴¹. Para este caso se requieren tres, y el componente se dice significativo, es decir, que su efecto es estadísticamente diferente a los demás, cuando F calculado es mayor al F teórico, estos son:

- Para la parcela completa: $F_{0,95}(1;4) = 7,09$.
- Para la parcela dividida o subparcela: $F_{0,95}(1;28) = 4,20$.
- Para el error de parcela completa: $F_{0,95}(4;28) = 2,71$.

Valor P: evalúa qué tan bien los datos de la muestra apoyan el argumento que la hipótesis nula es verdadera. Mide qué tan compatibles son los datos con la hipótesis nula (Minitab Blog Editor, 2019b). En resumen, y para el caso del ANOVA, mide la significancia estadística del valor.

Teniendo esta base teórica, se procede a analizar cada uno de los ANOVA obtenidos del proceso de experimentación, para cada una de las variables de respuesta.

• Textura

En la Tabla 37 y 38 se muestran los resultados, en ella se resaltan las filas de los términos que resultaron significativos, con un 95 % de confianza. La forma de interpretarlo consiste en, ya sea comparar los valores F teóricos contra los calculados; o bien, el valor de significancia contra el valor p. Es indiferente el uso de cualquiera, y en este caso se utiliza el último y se compara contra un 0,05 de significancia, por lo que, cualquier valor menor a este se dice significativo. En resumen, para esta variable de respuesta, se obtienen 15 términos significativos.

Con respecto a la suma de cuadrados del error es un valor bajo en ambos casos, obteniendo para el Error de PC un 0,48 % del total y para el Error de PD un 5,17 %, dando el primer indicio de que el modelo es robusto⁴².

Tabla 37. Modelo ANOVA para la variable textura

Fuente	GL	SC	SC ajustada	CM ajustada	Valor F	Valor p
A	1	43,6	43,6	43,6	23,890	0,008
B	1	256,8	256,8	256,8	140,712	0,000
A*B	1	21,4	21,4	21,4	11,726	0,027
Error de PC	4	7,3	7,3	1,825	0,644	0,635
C	1	39,1	39,1	39,1	13,806	0,001
D	1	365,8	365,8	365,8	129,160	0,000
E	1	0,0	0,0	0,0	0,000	1,000
A*C	1	3,1	3,1	3,1	1,095	0,304
A*D	1	71,8	71,8	71,8	25,352	0,000
A*E	1	0,1	0,1	0,1	0,035	0,852
B*C	1	0,5	0,5	0,5	0,177	0,678
B*D	1	77,4	77,4	77,4	27,329	0,000

⁴¹ Valor obtenido desde la distribución F.

⁴² Entiéndase robusto como la capacidad del proceso para responder a la influencia de factores de ruido del entorno.

Tabla 38. Modelo ANOVA para la variable textura (continuación)

Fuente	GL	SC	SC ajustada	CM ajustada	Valor F	Valor p
B*E	1	11,2	11,2	11,2	3,955	0,057
C*D	1	14,6	14,6	14,6	5,155	0,031
C*E	1	52,2	52,2	52,2	18,431	0,000
D*E	1	3,4	3,4	3,4	1,201	0,283
A*B*C	1	18,7	18,7	18,7	6,603	0,016
A*B*D	1	3,4	3,4	3,4	1,201	0,283
A*B*E	1	4,0	4,7	4,0	1,412	0,245
A*C*D	1	10,7	10,7	10,7	3,778	0,062
A*C*E	1	138,7	138,7	138,7	48,974	0,000
A*D*E	1	46,9	46,9	46,9	16,560	0,000
B*C*D	1	1,0	1,0	1,0	0,353	0,557
B*C*E	1	4,4	4,4	4,4	1,554	0,223
B*D*E	1	26,8	26,8	26,8	9,463	0,005
C*D*E	1	40,3	40,3	40,3	14,230	0,001
A*B*C*D	1	0,0	0,0	0,0	0,000	1,000
A*B*C*E	1	113,4	113,4	113,4	40,040	0,000
A*B*D*E	1	41,9	41,9	41,9	14,794	0,001
A*C*D*E	1	29,7	29,7	29,7	10,487	0,003
B*C*D*E	1	2,6	2,6	2,6	0,918	0,346
A*B*C*D*E	1	4,3	4,3	4,3	1,518	0,228
Error de PD	28	79,3	79,3	2,8		
Total	63	1534,4				

La robustez se puede comprobar mediante los valores de R^2 (coeficiente de determinación), el cual es el porcentaje de variación que es explicado por el modelo (Montgomery, 2013), en el caso de los experimentos de parcelas divididas, también se agrega el valor de R^2 de PC y el de PD, los cuales respectivamente son la proporción de variación de parcela completa explicada por el modelo difícil de cambiar y a proporción de variación entre parcelas subdivididas (dentro de parcelas completas) explicadas por el modelo de parcela subdividida (Soporte de Minitab® 18, 2019c).

Por lo que en este caso se puede decir, como se aprecia en la Tabla 39, que el modelo es robusto, ya que explica la mayoría de variación en el proceso o modelo y por tanto responde de forma adecuada a la influencia del ruido.

Tabla 39. Valores de R^2 para la variable textura

R^2 de PC	97,78%
R^2 de PD	93,42%
R^2	94,83%

- **Diferencia de color**

El ANOVA para la diferencia de color arroja siete términos significativos, con un 95 % de confianza, como se muestran en la Tabla 40.

Tabla 40. Modelo ANOVA para la variable diferencia de color

Fuente	GL	SC	SC ajustada	CM ajustada	Valor F	Valor p
A	1	187,75	187,75	187,75	80,064	0,001
B	1	303,82	303,82	303,82	129,561	0,000
A*B	1	1,39	1,39	1,39	0,593	0,484
Error de PC	4	9,38	9,4	2,345	0,996	0,426
C	1	1,05	1,05	1,05	0,446	0,510
D	1	9,76	9,76	9,76	4,146	0,051
E	1	8,17	8,17	8,17	3,471	0,073
A*C	1	0,07	0,07	0,07	0,030	0,864
A*D	1	27,79	27,79	27,79	11,806	0,002
A*E	1	0,79	0,79	0,79	0,336	0,567
B*C	1	6,68	6,68	6,68	2,838	0,103
B*D	1	6,26	6,26	6,26	2,659	0,114
B*E	1	1,98	1,98	1,98	0,841	0,367
C*D	1	3,66	3,66	3,66	1,555	0,223
C*E	1	0,12	0,12	0,12	0,051	0,823
D*E	1	11,99	11,99	11,99	5,094	0,032
A*B*C	1	2,14	2,14	2,14	0,909	0,349
A*B*D	1	1,14	1,14	1,14	0,484	0,492
A*B*E	1	2,41	2,41	2,41	1,024	0,320
A*C*D	1	7,35	7,35	7,35	3,122	0,088
A*C*E	1	0,10	0,10	0,10	0,042	0,838
A*D*E	1	22,5	22,5	22,5	9,558	0,004
B*C*D	1	13,89	13,89	13,89	5,901	0,022
B*C*E	1	1,90	1,90	1,90	0,807	0,377
B*D*E	1	4,96	4,96	4,96	2,107	0,158
C*D*E	1	2,96	2,96	2,96	1,257	0,272
A*B*C*D	1	7,28	7,28	7,28	3,093	0,090
A*B*C*E	1	0,06	0,06	0,06	0,025	0,874
A*B*D*E	1	24,29	24,29	24,29	10,319	0,003
A*C*D*E	1	0,09	0,09	0,09	0,038	0,846
B*C*D*E	1	3,11	3,11	3,11	1,321	0,260
A*B*C*D*E	1	1,50	1,50	1,50	0,637	0,431
Error de PD	28	65,91	65,91	2,35		
Total	63	742,25				

El modelo explica un 93,18 % de la variación de la parcela completa, mientras que para las parcelas divididas el número es menor, un 72,53 %, siendo un número relativamente bajo que indica que la capacidad explicativa del modelo es moderada, esto también se ve reflejado en el valor de la suma de cuadrados del error, el cual es representa un 8,8 % del modelo. Finalmente, el coeficiente de determinación para todo el modelo es de 91,12 %, por lo que la capacidad explicativa del modelo es buena. Esto se resumen en la Tabla 41.

Tabla 41. Valores de R^2 para la variable diferencia de color

R^2 de PC	98,13%
R^2 de PD	72,53%
R^2	91,12%

- Rendimiento (granulometría)

Mismo procedimiento sigue con la variable de respuesta de rendimiento, donde los términos A, D, E, AD y ABCE son significativos con un 0,05 de significancia, tal cual se aprecia en la Tabla 42. Donde también se nota que el Error de PC representa un 4,10 % y el Error de PD un 20,89 % de la variación total del modelo.

Tabla 42. Modelo ANOVA para la variable rendimiento (granulometría)

Fuente	GL	SC	SC ajustada	CM ajustada	Valor F	Valor p
A	1	0,03573	0,03573	0,03573	11,980	0,026
B	1	0,00692	0,00692	0,00692	2,320	0,202
A*B	1	0,00021	0,00021	0,00021	0,070	0,804
Error de PC	4	0,01193	0,0000	0,00298	1,374	0,268
C	1	0,00019	0,00019	0,00019	0,088	0,769
D	1	0,04896	0,04896	0,04896	22,562	0,000
E	1	0,0327	0,0327	0,0327	15,069	0,001
A*C	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	1,000
A*D	1	0,04451	0,04451	0,04451	20,512	0,000
A*E	1	0,00381	0,00381	0,00381	1,756	0,196
B*C	1	0,00559	0,00559	0,00559	2,576	0,120
B*D	1	0,00131	0,00131	0,00131	0,604	0,444
B*E	1	0,00155	0,00155	0,00155	0,714	0,405
C*D	1	0,00011	0,00011	0,00011	0,051	0,823
C*E	1	0,00011	0,00011	0,00011	0,051	0,823
D*E	1	0,00035	0,00035	0,00035	0,161	0,691
A*B*C	1	0,0088	0,0088	0,0088	4,055	0,054
A*B*D	1	0,0033	0,0033	0,0033	1,521	0,228
A*B*E	1	0,00232	0,00232	0,00232	1,069	0,310
A*C*D	1	0,00002	0,00002	0,00002	0,009	0,924
A*C*E	1	0,00004	0,00004	0,00004	0,018	0,893
A*D*E	1	0,00086	0,00086	0,00086	0,396	0,534
B*C*D	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,000	1,000
B*C*E	1	0,00335	0,00335	0,00335	1,544	0,224
B*D*E	1	0,00004	0,00004	0,00004	0,018	0,893
C*D*E	1	0,00009	0,00009	0,00009	0,041	0,840
A*B*C*D	1	0,00000	0,00000	0,0000	0,000	1,000
A*B*C*E	1	0,01416	0,01416	0,01416	6,525	0,016
A*B*D*E	1	0,00121	0,00121	0,00121	0,558	0,461
A*C*D*E	1	0,00013	0,00013	0,00013	0,060	0,808
B*C*D*E	1	0,00101	0,00101	0,00101	0,465	0,501
A*B*C*D*E	1	0,00072	0,00072	0,00072	0,332	0,569
Error de PD	28	0,06076	0,06076	0,0000		
Total	63	0,29079				

Estas variaciones en el modelo se ven reflejados en los valores de R² de los coeficientes de determinación, como se muestra en la Tabla 43, que muestran que la capacidad explicativa del modelo es moderada, mas esto no significa que el modelo no sea capaz de explicar el proceso.

Tabla 43. Valores de R² para la variable rendimiento (granulometría)

R ² de PC	78,23%
R ² de PD	74,25%
R ²	79,11%

- **Peso**

Por último, observamos en la Tabla 44 el ANOVA de la variable de respuesta peso, donde se aprecian cinco términos significativos a un 95 % de confianza.

Tabla 44. Modelo ANOVA para la variable peso

Fuente	GL	SC	SC ajustada	CM ajustada	Valor F	Valor p
A	1	89,2	89,2	89,2	1,200	0,335
B	1	9,3	9,3	9,3	0,125	0,741
A*B	1	1022	1022	1022	13,750	0,021
Error de PC	4	297,3	297,3	74,325	1,573	0,209
C	1	40,8	40,8	40,8	0,863	0,361
D	1	120,3	120,3	120,3	2,546	0,122
E	1	10,7	10,7	10,7	0,226	0,638
A*C	1	17,1	17,1	17,1	0,362	0,552
A*D	1	3,5	3,5	3,5	0,074	0,787
A*E	1	10,5	10,5	10,5	0,222	0,641
B*C	1	0,2	0,2	0,2	0,004	0,949
B*D	1	115,8	115,8	115,8	2,451	0,129
B*E	1	609,5	609,5	609,5	12,899	0,001
C*D	1	96,8	96,8	96,8	2,049	0,163
C*E	1	31,3	31,3	31,3	0,662	0,423
D*E	1	62,1	62,1	62,1	1,314	0,261
A*B*C	1	8,5	8,5	8,5	0,180	0,675
A*B*D	1	6,5	6,5	6,5	0,138	0,714
A*B*E	1	99,4	99,4	99,4	2,104	0,158
A*C*D	1	353,0	353,0	353,0	7,471	0,011
A*C*E	1	88,2	88,2	88,2	1,867	0,183
A*D*E	1	10,3	10,3	10,3	0,218	0,644
B*C*D	1	0,4	0,4	0,4	0,008	0,927
B*C*E	1	1,7	1,7	1,7	0,036	0,851
B*D*E	1	1,7	1,7	1,7	0,036	0,851
C*D*E	1	154,7	154,7	154,7	3,274	0,081
A*B*C*D	1	217,1	217,1	217,1	4,595	0,041
A*B*C*E	1	7,2	7,2	7,2	0,152	0,699
A*B*D*E	1	17,0	17,0	17,0	0,360	0,553
A*C*D*E	1	343,1	343,1	343,1	7,261	0,012
B*C*D*E	1	35,4	35,4	35,4	0,749	0,394
A*B*C*D*E	1	10,6	10,6	10,6	0,224	0,639
Error de PD	28	1323	1323	47,3		
Total	63	5214,2				

Las sumas de cuadrados de los errores de PC y PD representan respectivamente un valor de 5,7 % y 23,4 % de la variación total modelo, siendo este un indicio de que la capacidad explicativa del modelo es moderada; esto se comprueba observando los valores de R^2 asociados a la variable de respuesta que se muestran a continuación en la Tabla 45.

Tabla 45. Valores de R^2 para la variable peso

R^2 de PC	79,03%
R^2 de PD	65,15%
R^2	74,63%

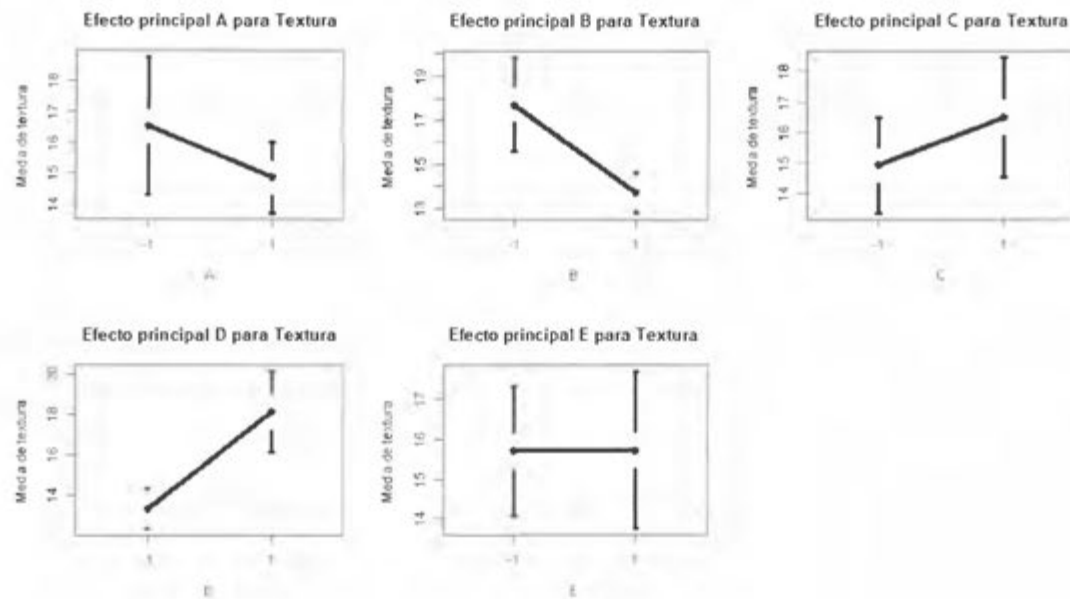
3.5.2.4 Efectos principales e interacciones de segundo orden

Los gráficos de efectos principales muestran la contribución a la variable de respuesta de cada uno ellos, de forma tal que se puede escoger el nivel del factor que es de interés para la respuesta. Así, se establecen comparaciones con las demás variables para discriminar sobre la combinación de factores y niveles que propicien una mejora en ellas de forma simultánea.

- **Textura**

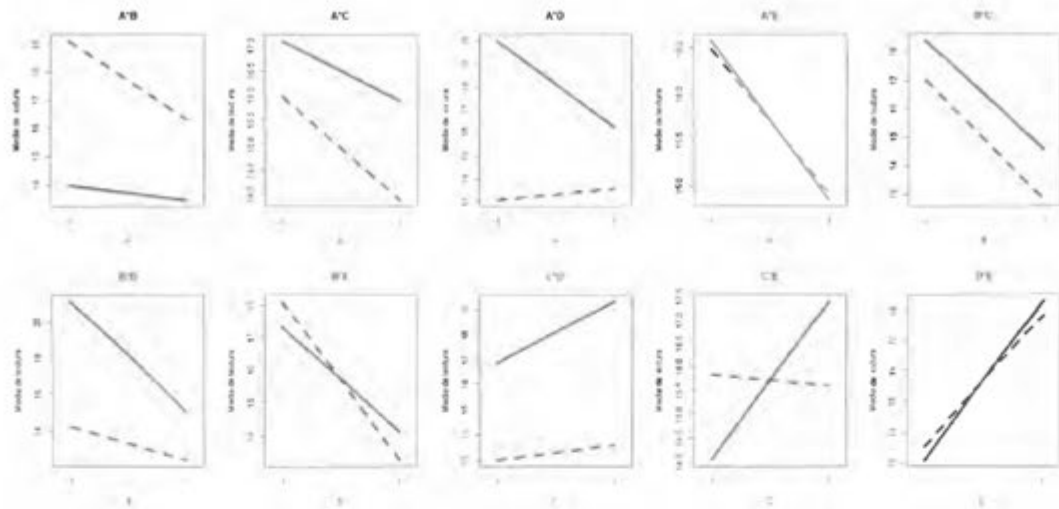
Para esta variable de respuesta el interés radica en aumentarla, por lo que los términos A y B en nivel bajo (-1) y D en nivel alto (+1) son los que propician esto. Es decir, el grano lenteja, el tiempo de 125 minutos y las semillas trituradas aumentan el valor de la variable textura. Esto se aprecia en la Figura 38.

Figura 38. Gráfico de efectos principales para la variable textura



El ANOVA para la textura muestra que los efectos de interacción de segundo orden AD, BD, CD y CE son significativos. En la Figura 39, se muestra la interacción (la línea punteada representa el factor secundario en bajo, mientras que la no punteada, en alto) de AE, BE, CE y DE, sin embargo, solo CE es significativa, por lo que las demás se descartan. De CE se infiere que la combinación que mejora la variable de respuesta es la de C en alto y E en alto, es decir, con secado previo y con cuatro moliendas.

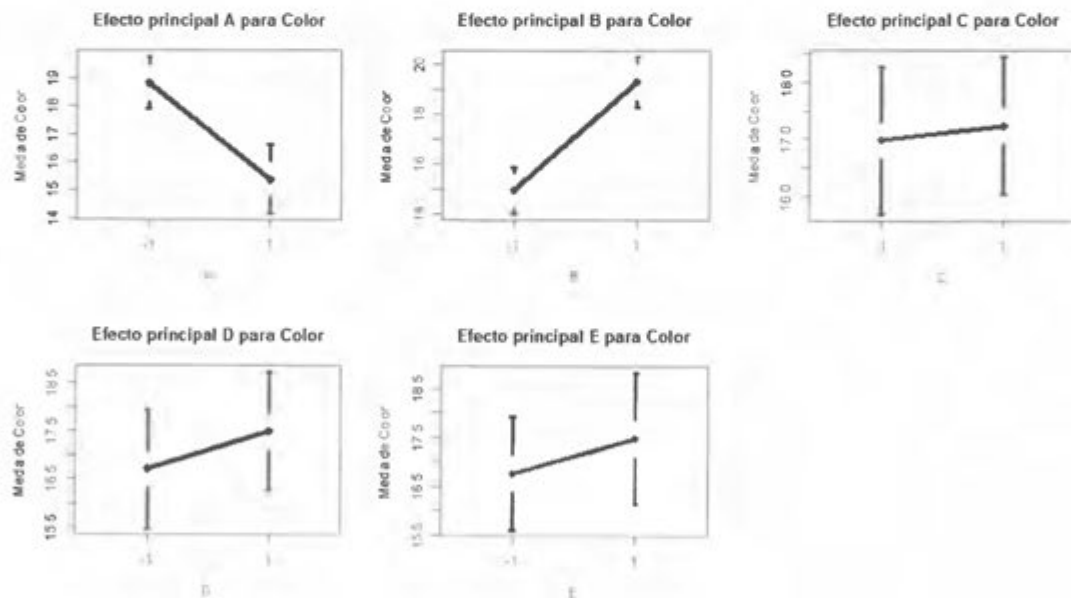
Figura 39. Gráfica de efectos de interacción para la variable textura



- Diferencia de color

En la Figura 40 se muestra la primera contradicción, ya que para esta variable de respuesta se desea reducir la diferencia de color respecto al patrón, por lo que para el factor A conviene más el nivel en alto, es decir la arveja. La otra diferencia se muestra para D, donde en esta ocasión su valor bajo, es decir las semillas sin triturar son las que favorecen el objetivo de la variable de respuesta.

Figura 40. Gráfico de efectos principales para la variable diferencia de color

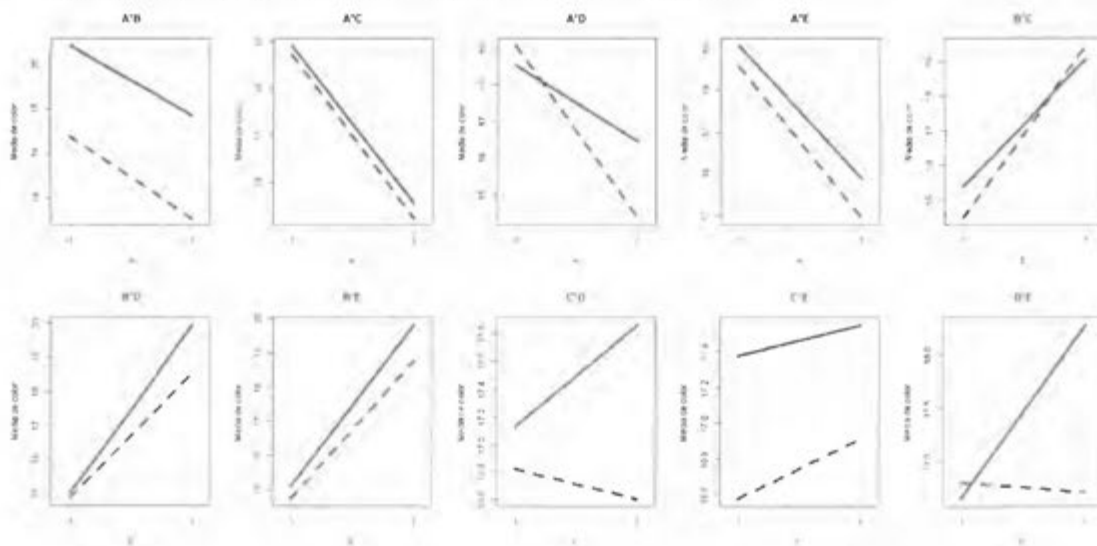


Para B no hay contradicciones, se mantiene el nivel en bajo, y en E, cantidad de moliendas, quien anteriormente no era relevante, en esta ocasión mantener su nivel en bajo propicia la disminución de la respuesta.

Los efectos de interacción de segundo orden, que son significativos, según ANOVA, son AD y DE, en ambos casos la Figura 41 muestra las interacciones, por lo que de la primera se infiere que

para disminuir la diferencia en el color se necesita el factor A en alto y el D en bajo; mientras que para el segundo caso D y E deben estar en bajo, encontrándose aquí otra contradicción.

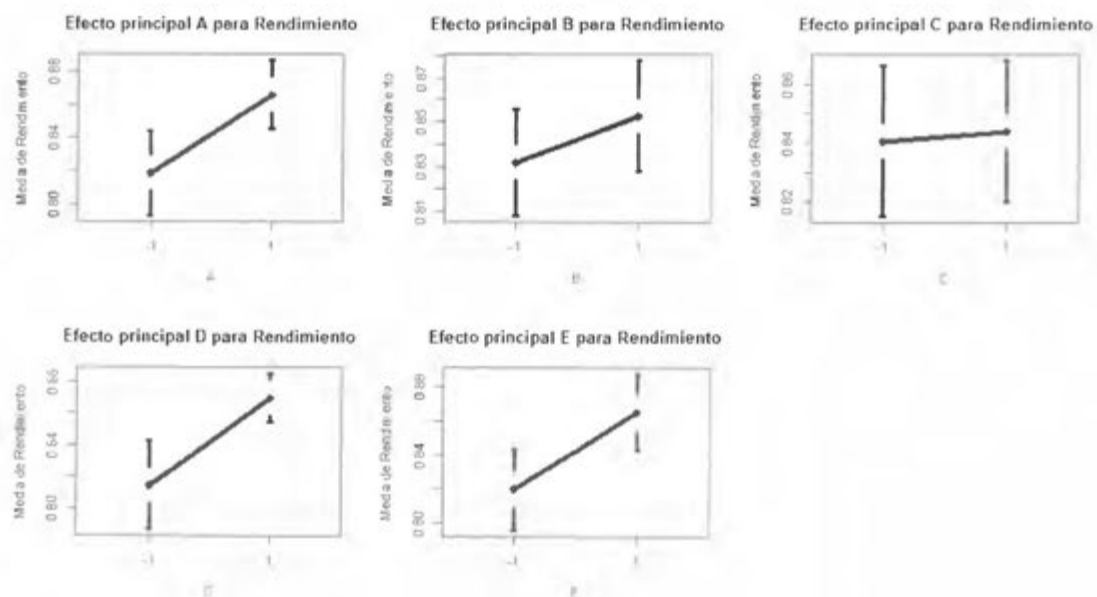
Figura 41. Gráfica de efectos de interacción para la variable diferencia de color



- Rendimiento (granulometría)

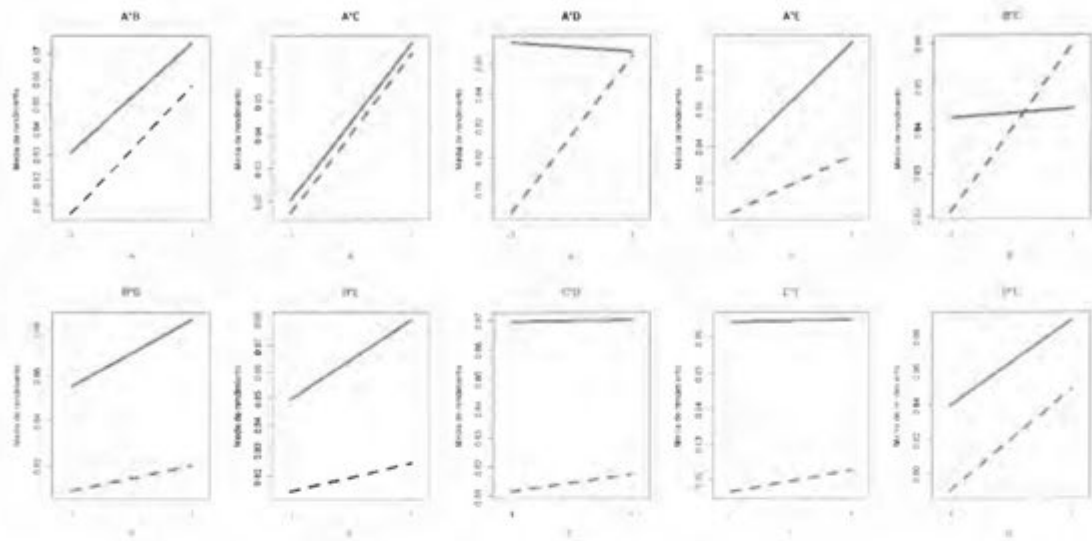
En este caso (Figura 42) apreciamos al factor D, que presenta un efecto mayor sobre la respuesta, seguido de E y B, donde en los tres casos se busca mantener el nivel en alto, con el fin de aumentar el rendimiento de la harina. Esta inferencia nos permite hacer notar que E es contrario para la diferencia de color, pero D y B son coincidentes con la variable textura.

Figura 42. Gráfico de efectos principales para la variable rendimiento



Del ANOVA se concluye que solo el efecto de interacción AD es significativo, y así mismo de la Figura 43 se infiere que para aumentar la variable de respuesta se debe mantener a A en alto y a D en bajo.

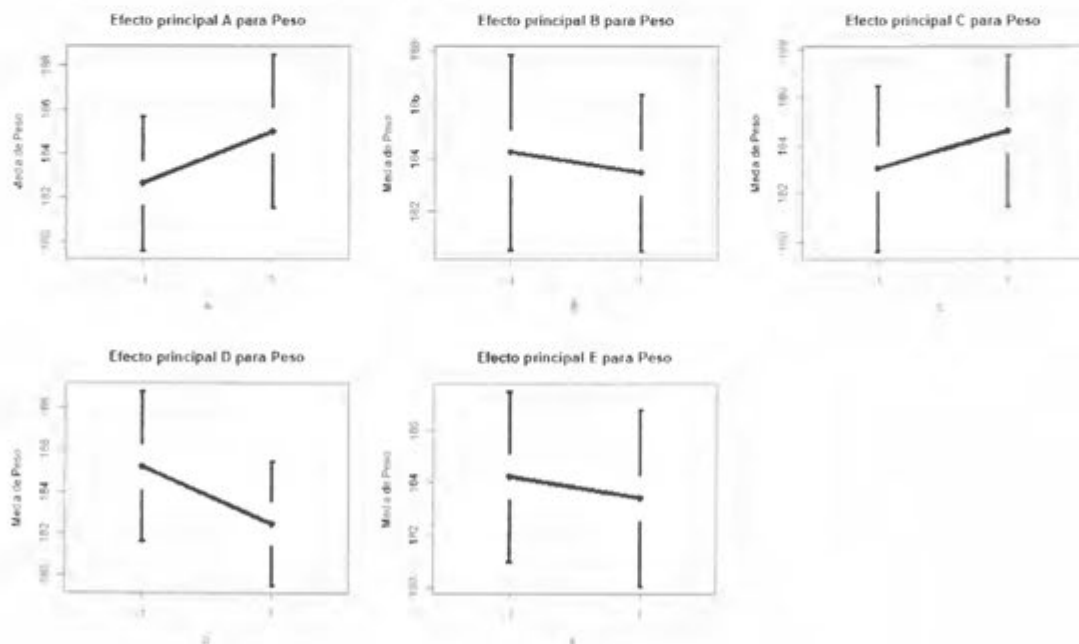
Figura 43. Gráfica de efectos de interacción para la variable rendimiento



- **Peso**

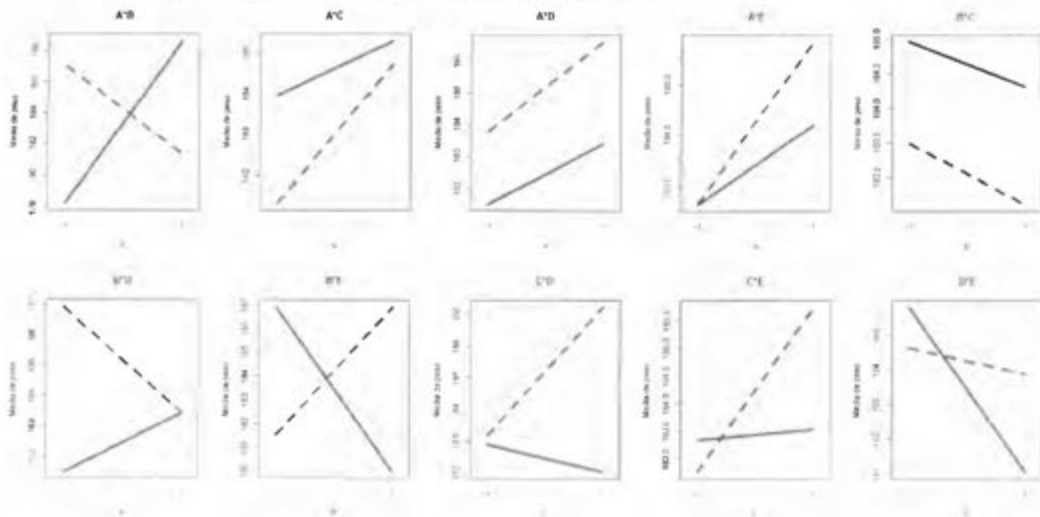
La intención es aumentar la variable peso, y en la Figura 44 se muestra que para lograrlo se debe mantener a los niveles de A en alto y a D en bajo.

Figura 44. Gráfico de efectos principales para la variable peso



Los efectos de interacción de segundo orden probados son AB y BE, y como se muestra en la Figura 45, y para aumentar la variable peso, se debe mantener A y B en alto, para el primer caso, mientras que, para el segundo, B debe estar en bajo y E en alto.

Figura 45. Gráfica de efectos de interacción para la variable peso

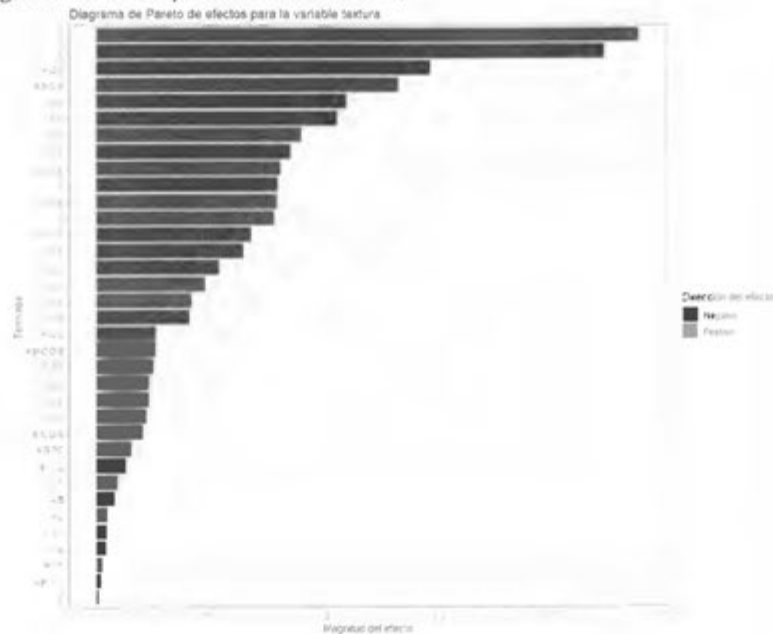


Las discrepancias observadas se deben solventar a posteriori, mediante el índice de deseabilidad.

3.5.2.5 Diagrama de Pareto

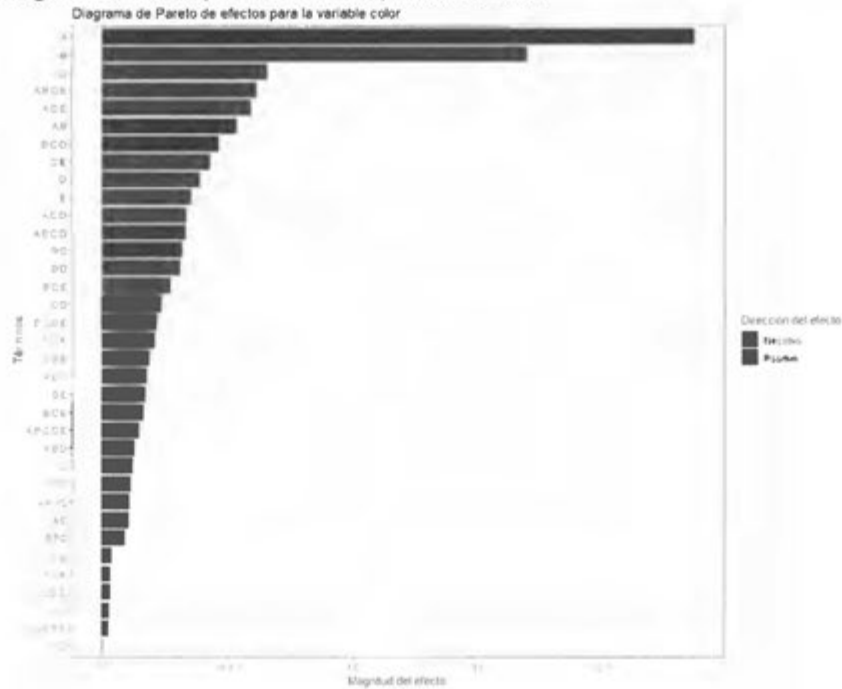
Por último, el diagrama de Pareto de los efectos muestra un resumen gráfico de los resultados obtenidos del ANOVA, evaluándose el tamaño y la dirección del efecto. Donde por ejemplo para la variable textura (Figura 46), los efectos de D y B son los que afectan en mayor medida a la variable de respuesta, esto sin olvidar que hay 15 términos significativos.

Figura 46. Diagrama de Pareto para la variable textura



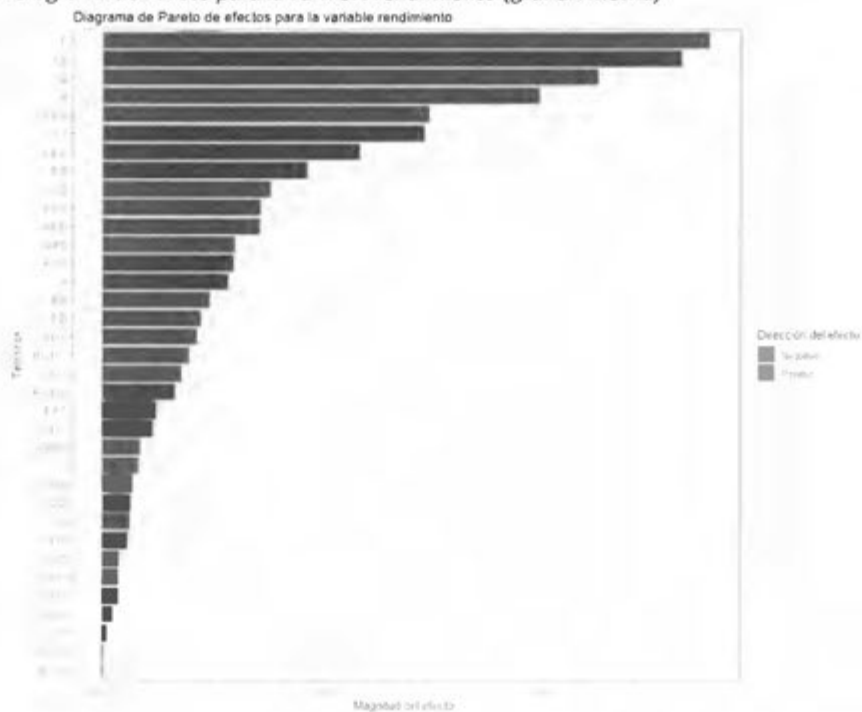
Asimismo, para la diferencia de color, los efectos de A y B son quienes más contribuyen a la variable de respuesta (Figura 47).

Figura 47. Diagrama de Pareto para la variable diferencia de color



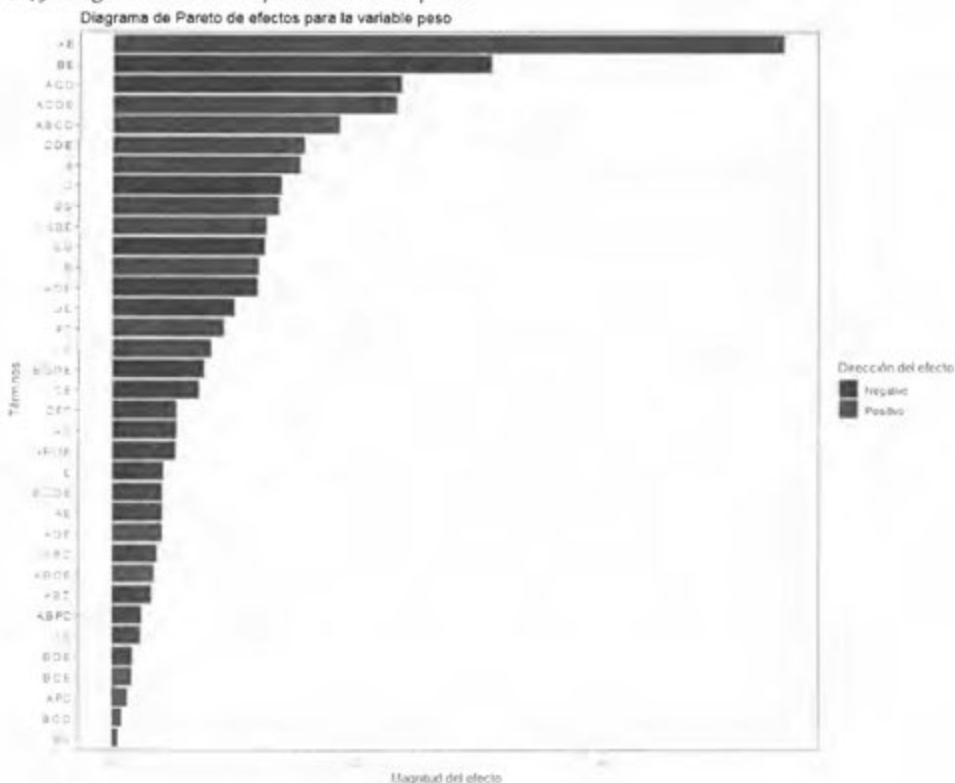
En la Figura 48, se muestra que los términos D, AD, E y B son los que afectan en mayor proporción a la variable de respuesta rendimiento con su respectiva dirección de los efectos.

Figura 48. Diagrama de Pareto para la variable rendimiento (granulometría)



Y, por último, para la variable de respuesta peso, los términos más significativos para la media son AB y BE, como se muestra en la Figura 49.

Figura 49. Diagrama de Pareto para la variable peso



3.5.2.6 Resultados finales

Como de los análisis se concluye que hay múltiples discrepancias entre los factores y niveles que propician la mejora de las variables de respuesta, se recurre a la función de deseabilidad, para obtener una conclusión que favorezca a todas en la mejor medida.

El enfoque de la función de deseabilidad para optimizar múltiples ecuaciones fue originalmente propuesto en 1980 por Harrington, en esencia el enfoque es el de traducir las funciones a una escala común (0,1), combinándolos utilizando la media geométrica para optimizar la métrica (Kuhn, 2016). Un valor de uno representa la situación ideal, en casos en los que sea necesario se pueden priorizar las respuestas, un ejemplo es el caso de la diferencia de color, que se le resta importancia sobre las demás, ya que solo compete a una variable estética que de ser necesario se podría corregir en el futuro. En la Tabla 46 se muestra la deseabilidad alcanzada y la respuesta esperada.

Tabla 46. Deseabilidad y respuesta esperada

Variable	Deseabilidad	Respuesta esperada
Deseabilidad compuesta	0,655	N/A
Textura	0,931	32,75 cm
Diferencia de color	0,399	17,81 ΔE
Rendimiento	0,686	86,04 %
Peso final	0,721	190,8 g

En todas las demás variables de respuesta se obtienen valores de deseabilidad que resultan aceptables, donde la función favorece en mayor medida a la textura, seguida del peso y por último el rendimiento, dejando de lado el color. El valor de la deseabilidad compuesta se ve severamente afectado por este último, por lo que obviándolo se obtiene un valor mayor, de 0,7723, acercándose en mayor medida a uno.

La misma función de deseabilidad, arroja los niveles en los cuales se requieren los factores para obtener el valor de repuesta esperada presentada con anterioridad. Siendo estos los mostrados a continuación (Tabla 47).

Tabla 47. Factores y niveles que propician una mejora en las variables de respuesta

	Factor		Nivel
A:	Tipo de semilla	-1	Lenteja
B:	Tiempo de secado	-1	125 min
C:	Secado previo	1	Con secado previo
D:	Triturado de la semilla	1	Con triturado
E:	Cantidad de moliendas	1	Cuatro moliendas

De esta forma se satisface el objetivo del experimento, dando la combinación de factores y niveles que propician la mejora de las variables de respuesta: textura, diferencia de color, rendimiento (granulometría) y peso final.

3.5.3 Conclusiones finales del experimento

3.5.3.1 Definición de medidas a implementar para generalizar el resultado del estudio y garantizar que las mejoras se mantengan

- La realización de las pruebas piloto es adecuada para proveer un marco de referencia en el que se puedan garantizar que las condiciones a la hora de realizar el experimento son las adecuadas; además de brindar a los partícipes el conocimiento general de las circunstancias, responsabilidades, posibles acciones de contingencia, posibles corridas fallidas, tiempos de ejecución, costos, entre otros.

3.5.3.2 Resumen de los principales resultados desde el punto de vista técnico

- Para cuatro de las cinco variables de respuesta se cumplen con un 95 % de confianza los supuestos de normalidad, homocedasticidad e independencia, por lo que el uso de la herramienta ANOVA es válido en esas cuatro variables.
- La variable de respuesta acidez no cumple con los supuestos de aplicación del ANOVA; la misma trata de estabilizarse mediante la transformación de Box-Cox y la de Johnson, no obstante, ninguna de ellas resulta efectiva, por tanto, se descarta la variable de respuesta.
- Pese a que la variable de respuesta acidez no es tomada en cuenta en el ANOVA; de los datos recogidos se extrae que el nivel de pH se encuentra en todos los casos entre 6 y 7; con una media de 6,4 cumpliendo lo señalado en la sección de variables de respuesta, donde lo esperado es un valor entre 6 y 6,8 de pH, siendo una harina ligeramente ácida.
- Los grados de libertad obtenidos para cada uno de los errores son suficientes para realizar una correcta estimación de los parámetros.
- Las diferentes variables de salida producen contradicciones en los factores que propician la mejoría de cada una de ellas, por lo que es conveniente el uso de la función de deseabilidad.

- El valor de deseabilidad compuesta que se obtiene al obviar la variable color es de 0,772, a diferencia del valor de 0,655 que se obtiene al incluirla.

3.5.3.3 Evaluación de los logros obtenidos

- El experimento se considera exitoso, ya que se obtiene una combinación de factores y niveles que propician la mejoría de la mayoría de variables de respuesta (textura, peso, color y rendimiento), con una deseabilidad compuesta que es aceptable (cercano a uno), salvo en el color.
- La combinación de tipo de semilla lenteja, tiempo de horneado de 125 minutos, con secado previo, con las semillas trituradas y con cuatro repeticiones de molienda es la que mejora a la vez las cuatro variables de respuesta.

3.6 Descripción de la tecnología requerida

Para el tema de tecnologías, se pretende realizar una investigación bibliográfica de los principales mecanismos utilizados actualmente en la industria de producción de harinas, no se toman en consideración equipos experimentales o desarrollos teóricos, por la incertidumbre que puede existir alrededor de su funcionamiento, aplicación y eficiencias.

Además, en la medida de lo posible se enfatiza la investigación en procesamiento de granos y semillas, leguminosas, sin embargo, como no hay tecnología específica para el procesamiento de harina de lenteja germinada, se toma como referencia el procesamiento de otros granos y semillas, es decir los equipos llamados universales son opciones aceptables y viables para el proceso productivo que atañe.

Los principales procesos de transformación, a los cuales está sometido el producto son los que obtienen especial atención, propiamente: secado, molienda o triturado y empaque. Otras tecnologías como las de almacenamiento y transporte, son especificadas sin llegar a profundidad, se toma esta determinación porque su escogencia o idoneidad se da con criterios de tiempos y movimientos, ya que no repercuten de manera preponderante en la calidad del producto (Carrillo, 2007).

3.6.1 Secado de granos y semillas

Generalmente, se entiende por deshidratación la operación mediante la cual se elimina total o parcialmente el agua de la sustancia que la contiene (Maupoey, Grau, Barat, & Albors, 2001). Esta definición puede ser aplicada a sólidos, líquidos o gases, sin embargo, su tratamiento teórico y la tecnología empleada las diferencian completamente (Echeverriarza, 2014).

Esta operación conlleva una apreciable reducción en el peso y volumen de los alimentos, además el secado también puede provocar cambios indeseables en los alimentos como la pérdida de nutrientes (Maupoey et al., 2001), por lo que la selección de la tecnología para la transformación debe ser seleccionada de manera cuidadosa.

Se reconoce que el método no debe comprometer el factor nutricional, o el sabor por lo que lo más recomendable es realizarlo a temperaturas moderadas, con las consideraciones antes mencionadas.

3.6.1.1 Secado natural o al sol

La deshidratación es una de las técnicas más antiguamente utilizada para la conservación de alimentos (Echeverriarza, 2014), el secado al sol de frutas, granos, vegetales, carnes y pescados ha sido ampliamente utilizado desde los albores de la humanidad, tradicionalmente se realiza colocando los granos sobre una superficie que es expuesta a los rayos del sol, ya sea de manera directa o indirecta según los requerimientos del producto a secar.

Pese a que se puede considerar un proceso natural, y que puede tener muchos beneficios, tiene una serie importante de elementos en contra a considerar, para un proceso industrial como el planteado, por lo que se descarta considerando los siguientes elementos:

- El proceso es lento y su efectividad depende de las condiciones climáticas de cada región.
- Es posible que los alimentos se sequen de manera superficial, sobre todo los que contienen un alto porcentaje de agua, por lo que si se almacenan bajo estas condiciones es probable que se pudran o surjan bacterias o moho.
- Los productos están expuestos a condiciones ambientales: polvo, insectos y otros animales que pueden deteriorar o contaminar los alimentos.

3.6.1.2 Secado artificial

El secado de manera forzada o artificial para granos y semillas es lo que resta por explorar y es en general lo más recomendado, es un proceso producido por la acción de aire cálido y seco, el cual pasa por los productos ubicado sobre camas, bandejas o cámaras. De esta forma la humedad contenida en los alimentos se evapora a la superficie de los mismos y pasa en forma de vapor al aire, que los rodea (Maupoey et al., 2001).

En estos tipos de secadores, el aire caliente es impulsado a través del secador por medio de ventiladores. Las fuentes de energía utilizadas para calentar el aire son muy variadas, sin embargo entre ellas, es posible destacar el gas natural, puesto que ofrece una gran flexibilidad y una respuesta rápida de bajo costo (Carrillo, 2007), también esta fuente facilita el trabajar a las temperaturas propicias para el proyecto, en el cual según la naturaleza del producto, lo recomendable son rangos de temperaturas moderas, propiamente 50 °C hasta los 150 °C (Cazares Torres, 2011), es importante destacar que los requerimientos de seguridad son un aspecto trascendental pero subsanable.

En muchos casos, lo más eficaz es combinar un sistema de calefacción con el calentamiento por aire (Mena & Tuapanta, 2017). Esta condición pese a ser recomendable para aumentar la versatilidad y flexibilidad del equipo, en este caso dado que se investiga solamente para la aplicación del grano en cuestión, se prescinde de ello, también buscando mantener los costos de instalación y operación lo menor posible.

El calentamiento eléctrico por sí solo rara vez se usa para la generación de aire caliente debido a su baja eficacia y elevado costo (Mena & Tuapanta, 2017). Teniendo en consideración lo mencionado anteriormente, la búsqueda se enfoca en secadores de granos y semillas artificiales, que funcionen con aire caliente, el cual además de conservar propiedades nutricionales de mejor manera, permite obtener alimentos estables desde el punto de vista microbiológico (Maupoey et al., 2001), por último son deseables sistemas que utilicen como fuente de combustión el gas natural por su costo y flexibilidad (Mena & Tuapanta, 2017).

Según los resultados obtenidos en el diseño experimental, se debe contar con dos instancias en las cuales es necesario recurrir al secado de las lentejas, sin embargo, cada uno tiene características y objetivos diferentes, por lo cual no es recomendable realizarlos en una misma acción.

3.6.1.3 Proceso: Secado previo

En esta operación se busca eliminar la humedad superficial de los granos, por lo que no es necesario que el aire utilizado alcance altas temperaturas, es recomendable una operación que sea expedita y de baja complejidad. Con estos requerimientos en mente, se realiza una búsqueda de tecnologías en este campo, y se determina que el siguiente funcionamiento cumple con las necesidades expuestas:

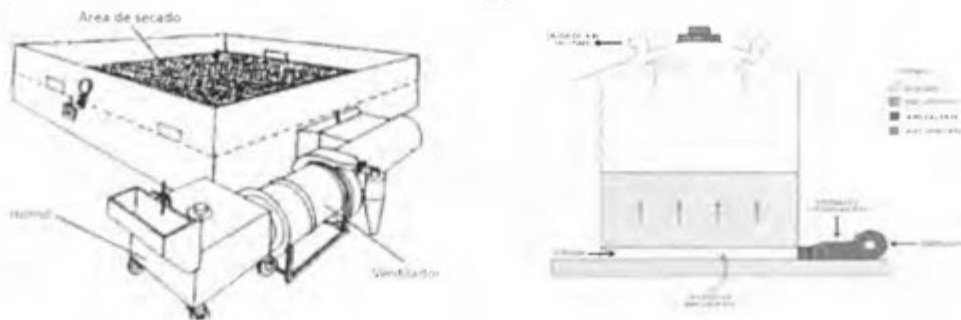
- **Secadores de lecho fijo**

En estos dispositivos, el flujo de aire puede ser axial o radial a través de la capa de granos o semillas, las cuales permanecen estáticas (Mena & Tuapanta, 2017), el aire puede ser caliente o a temperatura ambiente, esta operación tiende a llevarse a cabo en silos de chapa con fondo perforada o en otras plataformas en forma de cuadrados (Martinello, Muñoz, & Giner, 2013). En este equipo existe el peligro de que la capa inferior, que tiene el contacto más cercano con el aire caliente, elimine la humedad antes que las capas superiores, por lo que puede llegar a sufrir daño ante el sobrecalentamiento, sin embargo es posible mitigar este efecto no deseado al utilizarlo a bajas temperaturas o en su defecto altas temperaturas por poco tiempo (Martinello et al., 2013).

Entre las ventajas, que propician que se decante por esta opción está su bajo costo, su facilidad de operación y mantenimiento (Torres Cobián, 2016), además del hecho de que el secado no puede considerarse completo, lejos de ser un impedimento es una ventaja pues es parte de los requerimientos.

Existen varias configuraciones, como se aprecia en la Figura 50, pero el principio básico de funcionamiento es el mismo, un horno que funciona con gas natural, uno o varios ventiladores que impulsa el aire caliente hacia el lecho de granos o semillas, las cuales descansan sobre una superficie metálica perforada.

Figura 50. Funcionamiento básico del secador de lecho fijo

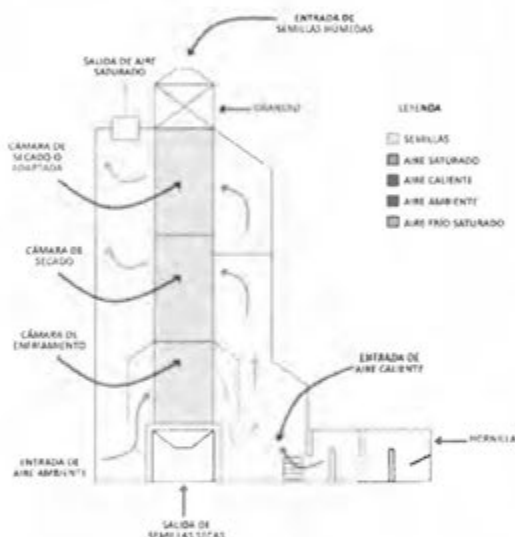


Fuente: (Arias, 1993)

3.6.1.4 Proceso: secado

En esta etapa, la cual es previa a la molienda es decir, a convertir en harina los brotes, es imperativo que los granos tengan un secado completo, al cual se le denomina de alta temperatura, entendiendo esto como valores por arriba de los 60 °C e inferiores a los 100 °C. Dentro de los requerimientos para este apartado, también se pueden destacar que se desea una capacidad de procesamiento superior al secado previo, puesto que este proceso tiene una duración superior, además, de que es deseable que el aire caliente sea distribuido de una manera uniforme, esto buscando minimizar el riesgo que una capa en particular sea sobrecalentada dañando el grano, mientras otra aún se encuentra húmeda (Maupoey et al., 2001). Ante los lineamientos expuestos anteriormente, se considera pertinente la utilización de la siguiente tecnología, en la cual se combinan dos aspectos relevantes, el secador con distribución tipo columna y secado intermitente, que se muestra en la Figura 51.

Figura 51. Secador de columna



Fuente: (Arias, 1993)

En los secadores de columna, los granos están sometidos a un flujo de aire del orden de 54 a 108 m³ por minuto, por tonelada de grano con temperaturas de 70 a 95 °C. Se caracteriza por tener varias cámaras de secado, con piso de plancha metálica perforada, el flujo de aire es dirigido hacia cada cámara de manera cruzada horizontalmente, esto favorece una distribución más uniforme (Mena & Tuapanta, 2017).

El término intermitente, hace referencia a que el flujo de aire se distribuye a las cámaras por periodos de tiempo cortos y reposan sin aire por un tiempo más extenso, esto permite que el agua más interna de la semilla migre hacia la superficie por difusión (Maupoey et al., 2001). Es altamente recomendado este método, con periodos de 1:9 y 1:13, con esta tecnología se obtiene la mayor eficiencia encontrada, en relación a cantidad de producto por tiempo, además tiene una alta velocidad en la eliminación de la humedad, a temperaturas de 60 a 80 °C (Mena & Tuapanta, 2017).

Los componentes son muy similares al secador de lecho fijo, sin embargo, su configuración es diferente, la fuente de calor u horno junto con los ventiladores mantienen disposición similar. Sin

embargo se tienen varias cámaras en forma de columna o torre, las cuales reciben flujos de aire caliente independiente (Mena & Tuapanta, 2017).

Un elemento diferenciador que incorpora, es un ventilador en la parte inferior de la columna, que tiene como función enfriar los granos cuando los mismos salen del sistema.

3.6.2 Molienda de granos y semillas

El otro proceso considerado fundamental corresponde al de molienda, que es un proceso complejo y trascendental para la calidad del producto final, por lo que es importante seleccionar las tecnologías apropiadas. Por su parte el término trituración y molienda, de manera coloquial, tienden a usarse indistintamente, sin embargo, el primero hace referencia al proceso de realizar una división de partículas en otras de un tamaño menor.

El producto resultante siempre va a estar compuesto por una mezcla de partículas con tamaños variables, sin embargo, es posible definir un valor de granulosis máximo o mínimo, el que sea más conveniente según la aplicación.

En el caso de este proyecto se desea disminuir el tamaño de las lentejas, para que cuando se realice el secado, la operación se lleve a cabo de forma eficiente y oportuna. Por otro parte posterior al secado se desea obtener como producto final una harina, es decir un polvo, por lo que las fuerzas de desgaste que se deben aplicar son mayores, haciendo referencia al segundo término: molienda (Cazares Torres, 2011).

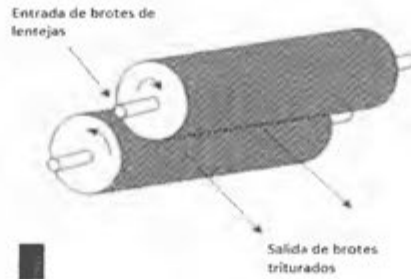
3.6.2.1 Proceso: Trituración

En esta operación se busca fracturar los granos de lentejas, para que el proceso de secado sea eficiente. La búsqueda se aboca hacia equipos o mecanismos que permita generar un esfuerzo de corte sobre las partículas grandes, estos dispositivos son ideales para aplicarse en materiales elásticos o sensibles a la temperatura, puesto que generan un desgaste mínimo para lograr su objetivo.

Existen dos variantes que se podrían utilizar, el primero es el molino de cuchillas, el cual consiste en un conjunto giratorio de cuchillos afilados, que mediante movimientos circulares fraccionan el producto deseado. El otro equipo corresponde a molino de rodillos, el cual es utilizado en la práctica en el totalidad de los casos para la molturación de granos, es así por una serie de razones, entre las que destaca su alta eficiencia energética, las posibilidades de ajuste de los parámetros de la molienda, incluso durante su funcionamiento, y porque es capaz de aplastar la envuelta fibrosa del grano, reduciendo a harina el endospermo (Carrillo, 2007).

Ante estas opciones, se opta por equipos que operen con rodillos estriados (Figura 52), esta determinación se toma considerando que son recomendables según la bibliografía consultada, y que además es el equipo utilizado durante el programa de experimentación, siendo que los resultados obtenidos se ajustan a dicho escenario.

Figura 52. Molino de rodillos estriados



Fuente: (Arias, 1993)

3.6.2.2 Proceso: molienda

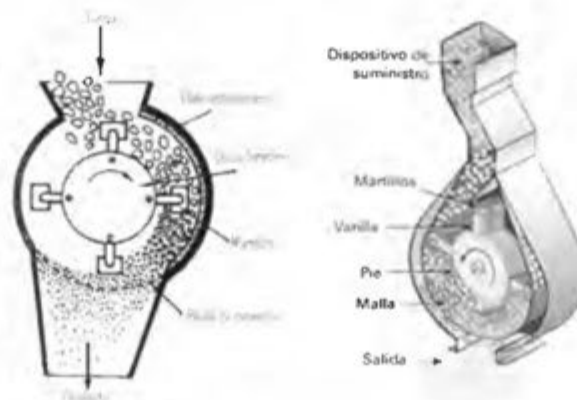
En este punto del proceso, los granos están secos y listos para ser transformados en harina, por esta razón, se prioriza tecnología que permita realizar esta operación de manera eficiente y con los menores daños posibles a las células o componentes específicos (por ejemplo, el almidón). Considerando lo anterior, es de interés la molienda por impacto, la cual implica el uso de un objeto de gran dureza para golpear a un área amplia de las partículas, en particular martillos, esta configuración es la recomendada para la molienda de legumbres.

El principio básico de funcionamiento se basa en la compresión del material entre dos cuerpos metálicos, aptos para el contacto con alimentos. La configuración básica incluye, un rotor horizontal o vertical unido a martillos fijos o pivotantes acoplados, además en la superficie inferior se dispone de un tamiz, el cual filtra las partículas luego de la molienda (Carrillo, 2007).

En general este dispositivo es intercambiable, a fin de poder ajustar el tamaño de partícula según el requerimiento de producción y permiten alcanzar un grado de molienda de hasta $100\ \mu\text{m}$, dependiendo de la velocidad del rotor, tamaño del tamiz, y velocidad de alimentación; y se caracterizan por su facilidad de operación, mantenimiento y limpieza (Cazares Torres, 2011).

Cabe destacar que cuanto menor sea el tamaño de partícula a obtener, es decir cuánto mayor sea el grado de fineza, más potencia debe aplicarse. La configuración y el principio de funcionamiento se muestra en la Figura 53.

Figura 53. Funcionamiento del molino de martillos



Fuente: (Arias, 1993)

Dentro de las ventajas de esta maquinaria esta que, permite prescindir de cernidores, puesto que el producto saldrá con el tamaño deseado, utilizando apropiadamente la malla al interior, además, la harina a producir tendrá mayor granulosidad comparada con una harina de trigo al incluir el salvado del brote, aspecto que también ayuda.

3.6.3 Empaque

El empaqueo se lleva a cabo cuando el producto ya está terminado, un empaqueo deficiente puede afectar el producto, reduciendo su vida útil o reduciendo con el paso del tiempo sus bondades (Carrillo, 2007). En esta etapa se trata de buscar materiales y operaciones, que permitan brindar protección y facilidad de transporte al producto, a través de una envoltura resistente y flexible (Santacruz & Suarez, 2007).

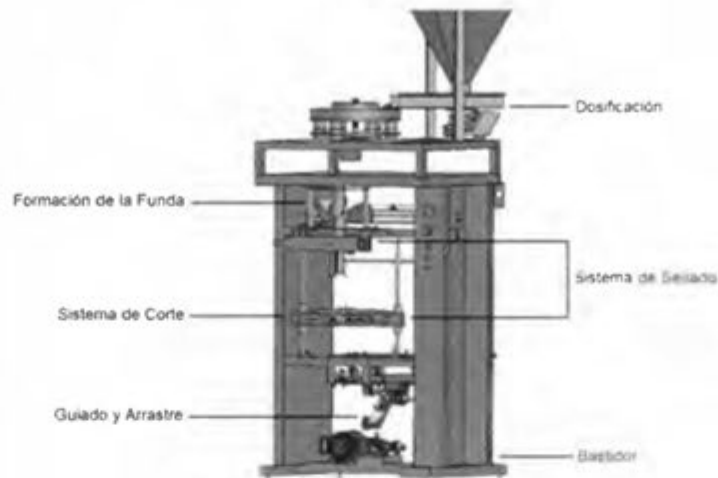
Existen varios tipos de empaques, el llamado principal (contiene el producto para ser pesado o medido), secundario (se desecha al utilizar el producto, por ejemplo una caja individual) y el empaque de envío (caja utilizada para almacenar y transportar varias unidades) (Santacruz & Suarez, 2007). Las decisiones del tipo de empaqueo se basan en los factores de costos, producción además de la utilidad (PROCOMER, 2017), en este caso el producto es una materia prima procesada, esto implica que el cliente directo son otras empresas de la industria de snacks y bocadillos saludables, por tanto se debe priorizar conveniencia en la cantidad y en la protección, por encima de aspectos estéticos o llamativos como sería el caso de que se necesitase competir en góndola por la atención de consumidores finales.

En cuanto al desarrollo tecnológico, esta etapa está estandarizada en la industria de las harinas o polvos, por tanto, la configuración es el empaqueo vertical, el cual es un proceso que tiene la tolva ubicada en la parte superior de la máquina, permitiendo de esta manera que por gravedad el producto caiga para ser empaqueo y finalmente obtener el producto terminado por la parte inferior.

Respecto a la forma de dosificación, la tecnología de interés es por peso, la misma se realiza utilizando celdas de carga, el sistema más utilizado es el multicabezal. Un algoritmo computacional realiza el cálculo de los pesos y libera el producto de las celdas cuyo peso combinado sea aproximado al requerido, es utilizado para empaocar galletas, confites, nueces, maní, frutas secas, semillas, chocolate, cereales, polvos, entre otros (Santacruz & Suarez, 2007).

La precisión en general de este tipo de maquinaria es alrededor de 1 gramo, y puede variar de tamaño según la cantidad de contenedores que posea, desde cuatro hasta 22, dependiendo de la aplicación y velocidad necesarias. Seguidamente se muestra el funcionamiento básico de una máquina con las características antes descritas (Figura 54).

Figura 54. Máquina de empacado vertical



Fuente: (Santacruz & Suarez, 2007)

3.7 Diseño del proceso productivo

El proceso productivo es la transformación de recursos o factores en bienes y servicios mediante la aplicación de una tecnología. Es un acto intencional mediante el cual ciertos elementos o materiales sufren un proceso de transformación, con la finalidad de obtener bienes que satisfacen las necesidades humanas (Rojas Guano, 2015).

En este caso el proceso se diseña para la generación de harina de lenteja germinada, para esto se debe considerar que no se tiene referencia clara del proceso industrial de producción de harina de este tipo, es decir, solo se tiene como referencia el proceso de germinación de la lenteja y el proceso de producción de harina proveniente del grano sin germinar. Es por este motivo que para el diseño del proceso productivo como tal se decide tomar como referencia el proceso de producción para harinas similares:

- **Harina de amaranto:** este tipo de harina es libre de gluten y con alto valor nutricional, no se germina si no que se procesa el grano, sin embargo, por ser un tipo de harina poco frecuente e innovadora se toma como referencia para la definición del diseño.
- **Harina de maíz:** es de igual manera libre de gluten cuyo proceso de producción incluye la hidratación del grano y elementos similares a la fabricación de harina de trigo.
- **Harina de trigo:** por su nivel de utilización en la industria alimenticia se tiene una gran variedad de información sobre el proceso productivo y las tecnologías utilizadas para su producción.

Puede notarse que no se tiene referencia de la producción de harina a partir de granos germinados, por lo que para el diseño se unen los principales elementos a considerar para el manejo y secado del germinado y la producción de la harina. Se procede al diseño del proceso productivo y la consideración de los principales elementos dentro de cada etapa, con el objetivo de clarificar cualquier duda en el proceso:

1. **Recepción de materias primas:** En los últimos años, como ya se ha mencionado anteriormente, ha surgido a nivel mundial mucho interés en los productos germinados, impulsado por los beneficios nutricionales que ya fueron enlistados, sin embargo, también

han proliferado infecciones, producto de una inadecuada manipulación de los mismos, por ejemplo según reporta el Centro Robert Koch para el control de enfermedades en Alemania, en 2011 en el estado de Baja Sajonia hubo una infección con *E. coli*, producto del consumo de germinados de rábanos que estaban infectados con la bacteria, además este tipo de alimento fue vinculado a un brote de *Salmonella* en el Reino Unido en 2010 y también a por lo menos a 30 brotes de infecciones en Estados Unidos desde 1996 (BBC Salud, 2011). Posterior a la cosecha cuando Germinados de Costa Rica recibe las lentejas, se da un proceso en donde la cadena de inocuidad no puede ser interrumpida, desde la limpieza y desinfección de las lentejas, los productos y equipos que intervengan en la germinación, hasta el proceso de empaque y transporte a las bodegas de la planta donde se producirá la harina. Es por esta razón que se le exige al proveedor, que con la entrega de la lenteja germinada debe adjuntar todos los sellos correspondientes de manejo inocuo del producto, así como certificados de análisis de calidad, que permitan a la empresa tener un respaldo del producto recibido y poder procesarlo sin peligro de provocar daños a terceros. El brote de lenteja germinada se recibe mediante sacos cocidos de 25 kilogramos que cuentan con un refuerzo de plástico biodegradable en el interior para que no se traspase la humedad del grano.

2. **Limpieza y desinfección de materias primas:** aun recibiendo los sellos y certificados de calidad de las semillas se decide realizar una evaluación del estado del grano germinado antes de ingreso a la planta de producción, se analizan tres tipos de riesgos:
 - a. **Riesgo biológico:** mediante una evaluación de olores extraños como fermento o moho se determina si existe un riesgo de contaminación debido al contacto con semillas infestadas, atacadas por insectos, hongos o roedores (Chaparro et al., 2009). Si dicha evaluación es negativa el grano se lleva al área de almacenamiento, de lo contrario se rechaza definitivamente el lote de producción.
 - b. **Riesgo físico:** utilizando la visualización se determina si los lotes recibidos contienen impurezas que contaminan las semillas, tales como piedras, hojas, tallos, y demás elementos que afectan la calidad del producto (Chaparro et al., 2009). Si dicha evaluación es negativa el grano se lleva al área de almacenamiento, de lo contrario se rechaza definitivamente el lote de producción.
 - c. **Riesgo químico:** como un método de análisis superficial pero preventivo se realiza un control visual de colores extraños en la superficie de las semillas y evaluación de olores extraños como combustibles o agroquímicos, que pueden ser provocados por contaminación por almacenamiento o transporte junto a materiales tóxicos como gasolina, fertilizantes, entre otros (Chaparro et al., 2009). Si dicha evaluación es negativa el grano se lleva al área de almacenamiento, de lo contrario se rechaza definitivamente el lote de producción.
3. **Almacenamiento de materias primas:** una vez que los lotes de lenteja germinada pasan adecuadamente las evaluaciones de riesgos expuestos anteriormente, se colocan en una bodega con condiciones ambientales controladas, en una zona de cuarentena. Este espacio corresponde a una cámara frigorífica o cuarto frío, el cual es un almacén en el que se genera artificialmente temperaturas específicas (de 2 a 6 °C), estos espacios están diseñados para el almacenamiento de productos que son perecederos y necesitan estar por debajo de la temperatura ambiente, sin llegar al punto de congelación para no afectar características del producto (Froztec. Refrigeración industrial y comercial, 2019). Mientras permanece en esta zona se siguen los principios HACCP aplicados al almacenamiento de germinados, según lo propuesto por los autores Diana Carolina

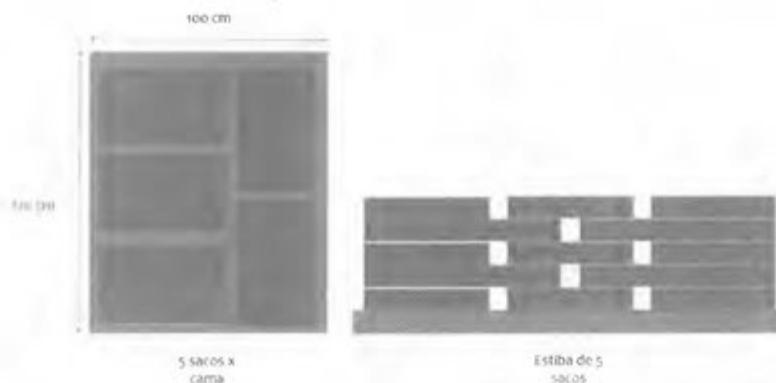
Chaparro, Yamid Pismag Portilla y Nelson José en el artículo titulado *Estrategia HACCP en la producción de semillas germinadas*, publicado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca, en junio de 2009; algunas recomendaciones que se incluyen en dicho artículo que ha sido adoptado como estándar para empresas del sector en Colombia son las siguientes:

- a. Temperatura máxima de refrigeración 4 °C por un periodo no superior a los ocho días.
- b. Manejo de inventarios PEPS (Primero en Entrar, Primero en Salir).
- c. No almacenar los alimentos directamente sobre el piso del cuarto frío, sino sobre estibas o estantes en material sanitario.
- d. Revisar las temperaturas de la unidad de refrigeración y llevar registro diario en el formato de control de temperatura del cuarto frío

La aplicación de las recomendaciones mencionadas permite la minimización del riesgo biológico asociado al almacenamiento del germinado, el cual incluye la contaminación microbiana por mal manejo de la temperatura de refrigeración y por fallas en la rotación del producto.

Para el caso del acomodo de la materia prima en la bodega, considerando que la entrega se realiza en sacos de 25 kilogramos, los mismos se ordenan en tarimas de plástico en camas de cinco sacos con una estiba máxima de cinco. Esto debido a que, al ser un producto con un alto grado de humedad, agregar mucho peso en la estiba puede provocar daños el brote, y mantener el buen estado del mismo es primordial para el proceso productivo. En la Figura 55 se ilustra el acomodo de los sacos de materia prima, según lo indicado anteriormente.

Figura 55. Acomodo de sacos de materia prima



Dichos sacos deben identificarse al ser recibidos para mantener un sistema de trazabilidad en la bodega de materias primas, el formato para esto es el siguiente (Figura 56):

Figura 56. Sistema de identificación de materias primas



El número de materia prima es un consecutivo definido por la empresa, para llevar trazabilidad de la cantidad de insumos que posee.

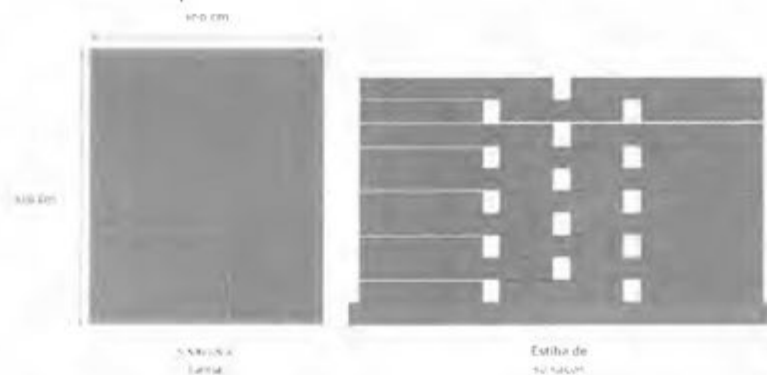
El día juliano es el consecutivo de los meses del año, por ejemplo, el número 300 corresponde al día 26 de septiembre.

4. **Secado previo del germinado:** tal y como se menciona en el estudio de tecnologías en esta etapa del proceso se busca eliminar la humedad superficial de los granos, utilizando una máquina de secado artificial, específicamente un secador de lecho fijo que utiliza GLP (Gas Licuado de Petróleo) para secar por medio de vapor. En este caso por el tipo de tecnología utilizada y la poca incidencia de esfuerzo físico, se tiene un proceso totalmente automatizado con un operario encargado de la supervisión de la máquina y el manejo inocuo del espacio.
5. **Triturado del grano germinado:** en esta etapa lo que se busca es fracturar los granos de lentejas germinadas, para aumentar la eficiencia del proceso de secado del grano para la producción de la harina, para esto se utiliza un molino de rodillos estriados. De igual forma que el proceso anterior se tiene un proceso totalmente automatizado con un operario encargado de la supervisión de la máquina y el manejo inocuo del espacio.
6. **Secado del grano germinado:** esta es la etapa previa al proceso de transformación del brote en harina, por lo cual es fundamental lograr el secado completo del grano. Para esto se requiere que el grano esté a alta temperatura, específicamente a 60 °C por 125 minutos. Para esto se utiliza un secador con distribución tipo columna y secado intermitente que incluye un ventilador en la parte inferior de la columna, que tiene como función ayudar en el proceso de enfriamiento de los granos cuando los mismos salen del sistema, lo que hace más eficiente el proceso de enfriamiento del grano antes de llevarlo al proceso de molienda. De igual manera este también es un proceso automatizado con un operario encargado de la supervisión de la máquina y el manejo inocuo del espacio.
7. **Enfriamiento del grano:** mediante la exposición al calor natural del ambiente se deja el grano bajo condiciones inocuas que permiten disminuir la temperatura con la que salen del proceso de secado para pasar al proceso de molienda, este proceso varía según el clima y la temperatura con la que sale cada brote, sin embargo, en un escenario pesimista el máximo tiempo es de 20 minutos. Al ser un proceso sin interferencia tecnológica es totalmente supervisado por un operario, que utilizando un medidor de temperatura verifica que el lote del producto en proceso disminuya su temperatura por debajo de los 30 °C, una vez que se cumpla el requerimiento se traslada a la siguiente etapa del proceso.
8. **Molienda del grano:** esta etapa del proceso es clave, ya que se culmina con la transformación del brote en harina, se requiere que los mismos estén totalmente secos y en las mejores condiciones para poder molerlo. Esto se realiza mediante un proceso automatizado utilizando un molino de martillos que incorpora la tecnología del de rodillos estriados con el tamizado adecuado para obtener la granulometría de la harina, que en este caso se mide colocando un tamiz de 1,70 mm, por el cual debe pasar mínimo el 95 % de la producción total de harina.
9. **Empaque de la harina:** este debe realizarse en el menor tiempo posible cuando ya se obtiene el producto final, esto debido a que las condiciones de empaque deben proteger la harina y maximizar la vida útil. Para esto se utiliza una máquina empacadora vertical, que emplea el peso para agregar el contenido a los sacos de harina, los cuales van a estar preformados en esta misma máquina que utiliza una bobina de papel kraft. La misma incluye al final un detector de metales en cuyo interior se encuentra un campo magnético generado electrónicamente y controlado constantemente para poder discriminar los

contaminantes mediante su señal conductiva. Este es un punto crítico de control, ya que, frente al acelerado automatismo al que están expuestos los alimentos el contacto con mecanismos y objetos metálicos es muy frecuente, por lo que se requiere disminuir el riesgo de afectar al consumidor con un peligro como este.

- 10. Almacenamiento de producto terminado:** la bodega de producto terminado presenta condiciones más sencillas de almacenamiento que la de materias primas, puesto que no es necesario tener condiciones de temperatura especiales. Sin embargo, debe vigilarse aspectos como la humedad y el control de plagas, el cual es subcontratado por la empresa. Además, de esto se seguirán protocolos para ordenar el producto, tales como:
- Se utilizan tarimas totalmente limpias y de material plástico, cuya vida útil será evaluada constantemente para no utilizarlas en mal estado de manera que pueda afectar el producto.
 - Las tarimas con producto terminado se colocan con una separación mínima de 60 centímetros con respecto a las paredes perimetrales, y elevadas por lo menos 15 centímetros del piso, de manera que se permita la inspección, limpieza y fumigación de las mismas.
 - Se utilizan tarimas de tipo americano (100 por 120 centímetros)
 - La estiba se realiza con camas de cinco sacos colocados con una estiba máxima de 10 sacos, tal y como se muestra en la Figura 57.
 - Se debe inspeccionar los sacos almacenados y utilizar la regla PEPS para que los más antiguos se consuman primero.

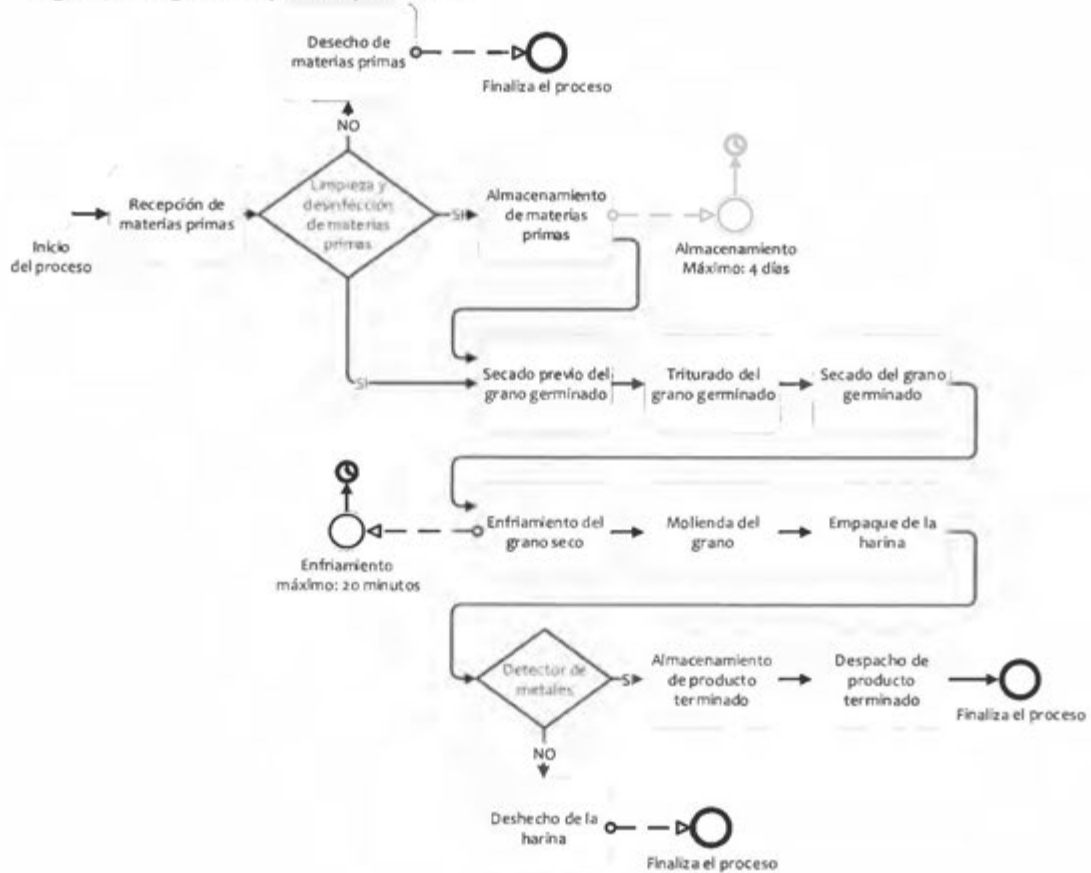
Figura 57. Acomodo de sacos de producto terminado



- 11. Despacho de producto terminado:** se subcontrata el proceso de entrega de los sacos, por lo que los camiones repartidores llegan los días que se tengan rutas de entrega en un horario de 8:30 a 12:00 y de 13:00 a 16:30, con el objetivo de otorgarle al bodeguero media hora de alisto y revisión en la mañana, una hora de almuerzo y media hora de revisión en la tarde. De igual forma el servicio de transporte se contrata con transportistas que dan soporte al proceso de carga y descarga y que cuenten con conocimientos en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). La carga de los sacos se realiza colocando las tarimas completas y paletizadas en los camiones mediante una carretilla hidráulica.

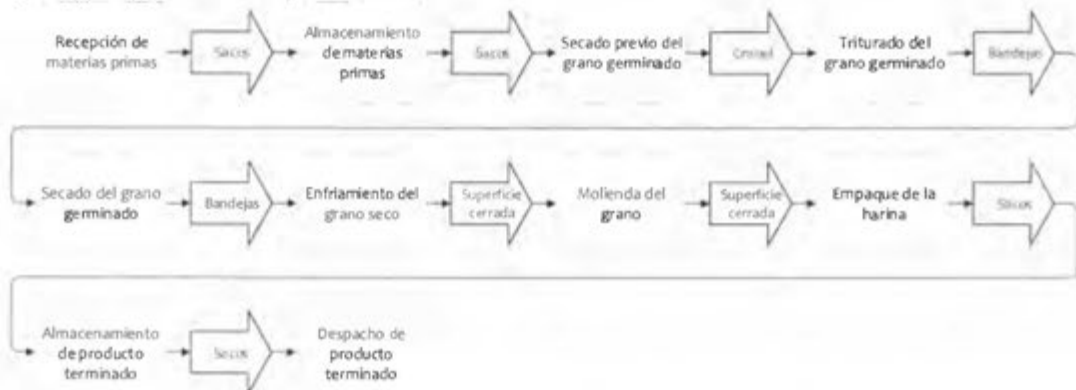
El diagrama del proceso productivo se muestra en la Figura 58:

Figura 58. Diagrama de proceso productivo



A lo largo del proceso se utilizan diferentes metodologías, los cuales se adaptan a los requerimientos de cada tipo de movimiento, en la Figura 59 se muestran los tipos de transporte utilizados:

Figura 59. Diagrama de transporte de utilizado



3.8 Requerimientos de operaciones

Los requerimientos de operaciones son las necesidades proyectadas de materias primas, componentes, materiales de empaque y artículos relacionados para poder realizar correctamente un producto o servicio, con el objetivo de satisfacer la necesidad, ya sea creada o bien sugerida por los clientes, de modo que la producción de este se realice en el lugar y tiempo indicado.

Por ende, en términos generales, en esta etapa se genera una definición clara y precisa de los principales insumos requeridos para la elaboración de la harina de lenteja germinada, es decir, se define qué se debe comprar, la frecuencia de compra y los costos asociados.

Dichos insumos se dividen en tres categorías:

1. Materias primas
2. Materiales de empaque
3. Productos de limpieza e higiene

3.8.1 Materias primas

Una materia prima es todo aquel elemento que se transforma e incorpora en un producto final, la misma debe ser perfectamente identificable y medible, para poder determinar tanto el costo final de producto como su composición (Moya & Ramírez, 2011).

La elaboración de la harina de lenteja germinada, al ser un producto que no contiene ningún tipo de aditivo para su elaboración y que se define que además de ser un alimento saludable, se requiere que sea lo más natural posible; sólo tiene dos elementos que mediante un proceso de transformación permiten la obtención del producto final:

1. Lenteja germinada (brote)
2. Gas licuado de petróleo (GLP)

Para cada uno de estos elementos se realiza una descripción de las principales características solicitadas, el nombre del proveedor, las condiciones y frecuencia de entrega y el costo asociado. Esto con el objetivo de determinar los principales elementos para el manejo de inventarios, comprar y análisis de viabilidad económica.

1. **Lenteja germinada:** Las lentejas por sí solas poseen un alto contenido de almidón, proteínas, minerales, especialmente hierro; al germinarlas estas características se potencian y se logra un alimento mejorado y funcional. El proveedor en este caso es Germinados de Costa Rica, el acercamiento con el proveedor escogido nos permite conocer sus instalaciones y la capacidad instalada con el objetivo de determinar si tiene la capacidad de suplir la demanda requerida, para esto se indago con ellos que son expertos en la obtención de granos para germinar y nos indicaron que como en el país la lenteja tiene una producción anual (INEC, 2015), es decir, no depende de la estacionalidad para poder crecer, por lo que suplir la demanda lo que requiere es preparación para sembrar la cantidad adecuada según lo requerido.

Germinados de Costa Rica cuenta con todos los estándares de calidad indicados en la descripción del proceso productivo para la entrega del producto, considerando que la vida útil del germinado antes de ser procesado es de ocho días, y que el tamaño de la bodega de materias primas está diseñado para esta condición, el proveedor debe entregar dos veces a la semana, específicamente los lunes y jueves. En el estudio de capacidad se determina que en condiciones normales (escenario esperado) se puede procesar 1,85

toneladas de lenteja germinada por día, por lo que se debe comprar *lo suficiente* para abastecer tres días de producción, es decir 5,55 toneladas, considerando:

- La materia prima que ingresa lunes en el transcurso del día se procesa en producción los martes, miércoles y jueves.
- La materia prima que ingresa jueves en el transcurso del día se procesa en producción los viernes, sábado y lunes.

Considerando lo anterior por semana aproximadamente se procesaría bajo este panorama 11,1 toneladas, lo que equivale 11 100 kilogramos. El precio de la lenteja germinada acordada con el proveedor es de 850 colones por kilogramo, por lo que total de la compra por semana sería de 9 435 000 colones. Con el proveedor se negocia que la lenteja que ingresa en mal estado o que no cumple su vida útil con correctas formas de almacenamiento es cambiada por ellos en su totalidad.

En Tabla 48 se indica el resumen de los datos expuestos anteriormente, así como el detalle del costo asociado a esta materia prima.

Tabla 48. Características de materia prima de lenteja germinada

Materias primas (MP)	
Nombre MP	Lenteja germinada
Nombre del proveedor	Germinados de Costa Rica
Entregas semanales	2
Cantidad producida por día (toneladas)	1,85
Días que se compran por pedido	3
Cantidad de compra (toneladas) por pedido	5,33
Cantidad de compra (toneladas) por semana	11,1
Cantidad de compra (kilogramos) por semana	11 1000
Precio por kilogramo	₡850
Total de la compra por semana	₡9 435 000

Tomando en cuenta que tener un único proveedor puede ser una limitante para el proceso productivo y además puede ocasionar problemas con el cumplimiento a los clientes, se estudian posibles proveedores alternos, que aunque tienen menos capacidad pueden suplir la demanda de una o varias semanas si es necesario, algunos de los considerados son: Microgreens y Villa Plants, los cuales se dedican a la germinación de granos principalmente como micro plantas para posteriores siembras, sin embargo, conocen el proceso que se requiere y están dispuestos a producir brotes para entregas a gran escala.

Por su parte también a grosso modo se estudia la disponibilidad de lenteja en el país, por lo que se tiene que las lentejas (*Lens culinaris*) son un cultivo ampliamente difundido, puesto que es una legumbre relativamente tolerante a los ambientes secos, en América latina se tienen grandes proveedores a nivel mundial de legumbres entre los que se destacan Canadá con una producción anual de 5,8 millones de toneladas, Estados Unidos 3,3 millones de toneladas y México con un cultivo de 5 mil toneladas de lentejas (FAO, 2016), relevante mencionar que desde el año 2009 (firma del Tratado de Libre Comercio) el arancel para importar lentejas a Costa Rica desde Norteamérica, paso de 15 % a 0 %, bajo el código arancelario 07134000, lo que permitió aumentar la oferta y reducir los precios de la lenteja a nivel local.

También en Sur América se tienen grandes cultivos en países como Brasil y Argentina, con una producción total estimada en esa región de 11 mil toneladas anuales solo de lentejas (FAO, 2016).

En Centroamérica también se cultiva, sin embargo, las cifras son más modestas de países como Belice y Nicaragua con exportaciones al mercado regional por valores de 5,2 millones de dólares (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2017), los demás países no exportan y lo cultivado queda para consumo local.

Por su parte en Costa Rica los cultivos de legumbres están presentes en zonas rurales y en manos de pequeños agricultores, incluso según datos en el Boletín Estadístico Agropecuario N°29 (Serie Cronológica 2015–2018) publicado por el MAG, el valor de los cultivos de legumbres del país ha pasado de 5 mil millones en 2015 a 3 mil millones en 2018 (Mora & Quirós, 2019). Por lo que el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en conjunto con el Instituto de Desarrollo Rural (INDER) han realizado esfuerzos por propiciar su cultivo, con 24 proyectos en ambientes protegidos, insertando semillas de primera calidad y resistentes a cambios climáticos, bajo el programa de seguridad alimentaria (SEPSA, 2018).

Pese a que en el país su cultivo y consumo ha disminuido, se considera favorable la disponibilidad de materia prima, dados los esfuerzos por recuperar el cultivo nacional, además gracias al acceso por el Tratado de Libre Comercio a la oferta de países como Canadá y Estados Unidos el precio y suministros se mantienen estables.

2. **Gas licuado de petróleo:** Producto combustible que comúnmente se designa con las siglas GLP, está compuesto por hidrocarburos de tres y cuatro átomos de carbono, predominantemente propano, butano o ambos, que siendo gaseosos en condiciones normales de presión y temperatura⁴³ (CNPT) puede ser licuado aplicando presión, enfriamiento o ambos, para facilitar el almacenamiento, transporte y manejo (ANEXO 6 Resolución No. 152-2005 (COMIECO-XXXIII) Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 75.01.21:05n): Productos de Petróleo, Gases licuados de petróleo: Propano Comercial, Butano comercial y sus mezclas. Especificaciones, 2005).

El proveedor seleccionado en este caso es Gas Tomza S.A. el cual rige sus operaciones bajo el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 75.01.21:05n. Esta materia prima es utilizada por los secadores requeridos en el proceso productivo tanto para secado previo como para el secado definitivo, su cuantificación se hace según las especificaciones indicadas en la ficha técnica y las horas operadas en el escenario esperado, el consumo semanal es de 5 390,4 litros, la capacidad del tanque es de 4000 litros por lo que se hacen entregas semanales, cuyo costo asociado es de 1 180 162 colones. De igual forma el proveedor se encarga del mantenimiento anual que se le debe realizar al tanque de gas, y la entrega de los certificados de calidad, que se ajusta al cumplimiento del reglamento indicado.

En la Tabla 49 se indica el resumen de los datos expuestos anteriormente, así como el detalle del costo asociado.

⁴³ 101,3 kPa y 25°C

Tabla 49. Características de materia prima gas GLP

Nombre MP	GLP
Nombre del proveedor	Gas Tomza de Costa Rica S.A.
Entregas semanales	1
Gasto en equipo de secado (L/h)	239
Cantidad de MP a procesar en kilos	1 852
Horas de funcionamiento requerido	3,75
Días laborados	6
Gasto por semana (L)	5 390
Precio por litro	₡219
Total de la compra por semana	₡1 180 162

3.8.2 Material de empaque

El empaque consiste en todas las actividades de diseño y producción del contenedor o envoltura del producto (Stanton et al., 2004).

En el caso de la harina de lenteja germinada el material de empaque es primario (contiene el producto) y será utilizado para proteger, promocionar, transportar e identificar el producto. Considerando que el modelo de negocio, los mayoristas prefieren presentaciones fáciles de embarcar, almacenar y colocar en anaqueles, además es importante que evite el deterioro o la rotura y que contribuya a alargar la vida útil de los productos almacenados (Czinkota & Kotable, 2001).

Uno de los temas más importantes considerados en la actualidad es la facilidad de reciclaje y reducción del daño al medio ambiente, por lo tanto, se considera un valor agregado tomar en cuenta la compatibilidad ambiental del empaque para decidir las características que lo determinan. Se definen dos elementos para la realización del empaque final:

1. Papel de Papel Kraft
2. Etiquetas de producto

Al igual que para el caso de las materias primas, para cada uno de estos elementos se realiza una descripción de las principales características solicitadas, el nombre del proveedor, las condiciones y frecuencia de entrega y el costo asociado. Esto con el objetivo de determinar los principales elementos para el manejo de inventarios, comprar y análisis de viabilidad económica.

1. **Bobina de Papel Kraft:** con el objetivo de cumplir los estándares de empaque mencionados anteriormente se decide utilizar papel Kraft, el cual es de gran resistencia manipulado en la fabricación de productos para comercio debido a la calidad que posee y su aporte en la eliminación de la utilización de plástico. Se decide manejar su color original (marrón) para no incurrir en un proceso de blanqueamiento o tintado, con un gramaje de 100 gr, para aportar resistencia ante derrames de líquidos cerca del producto o afectaciones por manipulación.

Para el caso específico del producto en diseño se decide adquirirlo en bobinas, esto debido a la tecnología utilizada para el empaque, utilizando la impresión flexográfica para colocar el logotipo de la empresa con tamaños de sacos para 25 kilogramos. El proveedor seleccionado es Resinplast de Costa Rica S.A. el cual es el productor más grande de material de empaque para industria alimenticia del país, siendo proveedor actual de empresas como

Coca Cola, Pozuelo, Nutresa, Jacks, y demás. El tiempo de entrega del proveedor es de tres meses y la compra mínima es de 500 kilogramos con un costo de 4 110 colones por kilogramo, por lo que se debe realizar un pronóstico acertado para controlar los despachos de material. Un saco para el empaque de este material tiene un peso promedio de 50 gramos, se considera, además un 10 % de desperdicio por fallas en empaque, lo que indica que la compra mínima alcanza para cubrir seis meses de producción y el costo asociado es de 2 055 000 colones.

En la Tabla 50 se indica el resumen de los datos expuestos anteriormente, así como el detalle del costo.

Tabla 50. Características de material de empaque bobinas de papel

Material de empaque (ME)	
Nombre ME	Bobinas de papel de Papel kraft
Nombre del proveedor	Resinplast Costa Rica S.A.
Lead Time (meses)	3
Compra mínima (kilogramos)	500
Peso de empaque por saco de 25 kilogramos (kilogramos)	0,05
Desperdicio	10 %
Sacos producidos por mes	735
Equivalencia en kilogramos de empaque	37
Duración de compra mínima (meses)	6
Compras anuales	1
Precio de la bobina por kilogramo	¢4 110
Costo de compra mínima	¢2 055 000
Total de la compra por año	¢2 055 000

2. **Etiquetas de producto:** con el objetivo de aprovechar al máximo la etiqueta del saco se decide colocar los datos de número de lote, fecha de producción y fecha de vencimiento con una etiqueta adhesiva al producto. La cual será lo más sencilla posible para disminuir los costos de adquisición y el diseño. El proveedor en este caso es Etiplast S.A., el cual es una empresa centroamericana con operaciones en el país, con amplia experiencia en soluciones de empaque; la etiqueta utilizada es de impresión flexográfica y adhesiva. El tiempo de entrega del proveedor es de 10 días y la compra mínima es de 5 000 unidades, se considera un porcentaje de desperdicio de un 1 % por errores en la colocación, por lo que dicha compra logra abastecer la producción del año. El costo de cada etiqueta se estima en 70 colones por lo que cada compra mínima es de 350 000 colones.

En la Tabla 51 se indica el resumen de los datos expuestos anteriormente, así como el detalle del costo.

Tabla 51. Características de material de empaque de etiquetas

Nombre del material de empaque	Etiquetas de producto
Nombre del proveedor	Etiplast
Lead Time (días)	10
Compra mínima (unidades)	5000
Cantidad de etiquetas por saco (unidades)	1
Desperdicio	2 %
Sacos producidos por mes	735
Equivalencia en unidades de etiquetas	735
Duración de compra mínima (meses)	12 meses
Compras anuales	2
Precio por unidad	₡70
Costo de compra mínima	₡350 000
Total de la compra por año	₡630 415

3.8.3 Productos de limpieza e higiene

Asegurar la calidad de los alimentos implica la implementación de un plan de limpieza y desinfección que conjuntamente con las buenas prácticas de manufactura se reduzca al mínimo el peligro de contaminación y garantice la inocuidad de los alimentos. Para esto se requiere tener claro la diferencia entre ambos términos:

- Limpiar: proceso en el que la suciedad se disuelve o suspende, generalmente en agua de detergentes.
- Desinfectar: consiste en destruir la mayor parte de los microorganismos de las superficies mediante agentes químicos (Herrera Dobroski & Troyo Chaves, 2011).

Considerando lo anterior se definen los productos de limpieza e higiene a utilizar, los cuales, comprenden desde pequeños insumos como alcohol en gel, jabón de manos, toallas, hasta las consideraciones de detergentes de grado alimenticio para los programas de limpieza y desinfección.

En análisis realizado incluye el gasto semanal cotizado con el proveedor Lemen de Costa Rica S.A., quienes son una empresa costarricense con alta nivel de experiencia en la venta de productos de este tipo. El mismo realiza entregas semanales a la empresa, por lo que se calcula el costo asociado y se extrapola el costo mensual.

En la Tabla 52 se detalla el consumo de los productos de higiene y limpieza descritos anteriormente.

Tabla 52. Detalle de consumo de productos de higiene y limpieza

Producto	Unidad de pedido	Costo por unidad de pedido	Gasto semanal		Gasto mensual	
			Unidad de pedido	Costo	Unidad de pedido	Costo
Alcohol en gel sin aroma	Unidades	€6 875	1	€6 875	4	€29 768
Bolsas de basura grandes (5 unidades por bolsa)	Unidades	€508	2	€1 016	9	€4 399
Bolsas de basura jardín (5 unidades por bolsa)	Unidades	€935	2	€1 870	9	€8 097
Bolsas de basura pequeñas (5 unidades por bolsa)	Unidades	€210	2	€420	9	€1 818
Detergente en polvo de grado alimenticio	Kilogramos	€880	3	€2 640	13	€11 431
Detergente líquido multiuso de grado alimenticio	Galón	€7 774	1/2	€3 887	2	€16 830
Esponjas limpiadoras (limpieza profunda)	Unidades	€818	7	€5 731	30	€24 816
Esponjas limpiadoras diarias	Unidades	€243	10	€2 437	43	€10 554
Guantes de nitrilo	Caja	€5 350	1	€5 350	4	€23 165
Jabón para lavado de manos en espuma sin aroma	Unidades	€6 758	1	€6 758	4	€29 262
Limpiador desengrasante de grado alimenticio	Galón	€7 425	1/2	€3 712	2	€16 075
Papel higiénico (caja de 12 rollos)	Caja	€29 762	1/2	€14 881	2	€64 434
Sanitizador de grado alimenticio	Unidades	€8 785	1/2	€4 392	2	€19 019
Toalla sanitaria (caja de 6 rollos)	Caja	€41 785	1/2	€20 892	2	€90 464
Total				€80 863		€350 138

Con el objetivo de poner en práctica desde el inicio las Buenas Prácticas de Manufacturas (BPM), las cuales son un conjunto de principios y recomendaciones técnicas que se aplican en el procesamiento de alimentos para garantizar su inocuidad y su aptitud, y para evitar su adulteración (Díaz & Uría, 2009); se definen la inversión inicial para implementar una limpieza por código de color y todos los requerimientos para limpiezas profundas de la máquinas utilizadas.

El modelo de negocio de la empresa en diseño debe considerar que los fabricantes de productos alimentarios se enfrentan a un reto diario para evitar que las bacterias alteren la calidad

de los alimentos: la contaminación cruzada. La propagación puede alterar a los alimentos preparados, lo que hace necesario el hecho de disponer de un sistema permanente que garantice la seguridad de los alimentos (Díaz & Uría, 2009).

Es por esta razón que la utilización de distintos colores en los artículos de limpieza (azul, verde, rojo, amarillo y blanco) favorece la posibilidad de tener un sistema de limpieza específico, en el que cada color corresponde a un área de limpieza en concreto y a una tarea determinada, lo que garantiza que no se utilice un mismo material para diferentes zonas. Por ejemplo:

- Azul: destinado a zonas generales de la planta de producción (mesas, sillas, pasillos).
- Rojo: para baños, suelos y servicios.
- Amarillo: destinado a la desinfección de las máquinas utilizadas para la producción.
- Verde: para las zonas en contacto con el producto terminado.
- Blanco: para cualquier otro tipo de limpieza en general.

Se realiza el estudio de la inversión inicial que se debe realizar para implementarlo, tomando en cuenta que la vida útil de estos utensilios está relacionada al buen uso que se le pueda dar y las limpiezas periódicas que requiera la planta de producción.

En la Tabla 53 se detalla el detalle de la inversión inicial para la implementación del programa de BPM con codificación de áreas por color:

Tabla 53. Inversión inicial de productos para programa de BPM

Producto (Unidad)	Costo por unidad de pedido	Cantidad requerida	Costo total
Bastón metálico 1,5 Rosca 3/4	€2 683,15	20	€53 663,00
Basureros para papel cartón	€17 176,00	5	€85 880,00
Basureros para residuos ordinarios - no reciclables	€17 177,00	10	€171 770,00
Basureros para residuos orgánicos	€15 407,00	6	€92 442,00
Brochas sanitarias para limpieza	€3 886,65	10	€38 866,50
Cepillo angosto para limpieza de detalle	€2 032,92	10	€20 329,20
Cepillo para detallado 7"	€2 850,00	10	€28 500,00
Cepillo para limpieza de molino	€5 800,00	2	€11 600,00
Colgadores de aluminio	€5 035,00	10	€50 350,00
Escoba PBT angulares	€7 475,00	10	€74 750,00
Estación para limpieza de calzado	€25 500,00	1	€25 500,00
Hisopos con base	€2 865,00	3	€8 595,00
Jaladores para mesas de trabajo	€9 850,00	10	€98 500,00
Recogedor con bastón	€12 500,00	10	€125 000,00
Toallas de microfibra	€2 500,00	20	€50 000,00
Trapeador anti - bacterial	€6 200,00	10	€62 000,00
Inversión total			€997 745,70

3.9 Publicidad

Se debe tener en cuenta que, aunque el producto en diseño es innovador y con muchos beneficios, lo que para el mercado meta es muy importante, es improbable que se venda por sí mismo sin ningún tipo de promoción y publicidad.

La publicidad se define por un conjunto de estrategias orientadas a dar a conocer productos y servicios a la sociedad, sin embargo, no solo se trata de que las personas sepan que el bien existe, sino también se debe otorgar cierta reputación a lo que se ofrece. Sin el uso de información patrocinada es muy complejo posicionarse en la mente de los consumidores como un producto de alta calidad (Puon, 2013).

Al ser un producto nuevo se considera publicidad de lanzamiento y sostenida, esto le permite a la empresa utilizar una estrategia de marketing más agresiva al inicio para que los potenciales clientes puedan empezar a conocer el producto y crear alianzas que permitan consolidarlos. Tanto en la de lanzamiento como en la sostenida se considera dos tipos de publicidad: offline y online. El primer tipo hace uso de herramientas como publicidad en prensa, radio, TV y directa, el segundo tipo utiliza instrumentos como redes sociales, anuncios en buscadores, videos, email, entre otros (Puon, 2013).

Según lo mencionado anteriormente para la publicidad de la harina de lenteja germinada se consideran las siguientes herramientas:

1. **Visitas a clientes:** se considera dentro de la demanda a suplir que el producto se puede vender en los dos grandes canales del mercado de consumo, el canal moderno UTT (Up to trade) que considera los clientes con mayor captación de la demanda, y el canal tradicional DTT (Down to trade). Por esta razón se toma en cuenta tener dos vendedores de tiempo completo en la empresa que realicen visitas a los clientes a lo largo del país, se toma en cuenta aparte del salario de estos profesionales el consumo en combustible que van a tener en sus visitas, con el objetivo de crear buenas relaciones con los clientes se considera esta técnica tanto en la etapa de lanzamiento como en la publicidad sostenida, el detalle de dicho consumo y la cantidad de visitas se muestra en la Tabla 54.

Tabla 54. Consumo de combustible para visita a potenciales clientes

Provincia	Distancia promedio (km)	Litros consumidos	Visitas mensuales	Cantidad de agentes	Litros consumidos al mes
Guanacaste	202	14	1	2	28
Cartago	69,6	5	4	2	40
Alajuela	103	7	4	2	56
Puntarenas	96,1	7	1	2	14
Limón	160	11	1	2	22
Heredia	10,4	1	4	2	8
San José	10,4	1	4	2	8
Total	651,5	46	19	14	176

2. **Muestras gratis:** Para la etapa de lanzamiento se considera la técnica de muestras gratis en cada una de estas visitas, lo cual es muy útil cuando se está dando a conocer un producto como el diseñado, para este caso en especial se toma en cuenta que se le entregue a cada potencial cliente un saco de 15 kilogramos, el costo de dicho saco se puede ver en la Tabla 55.

Tabla 55. Costo de muestra para clientes

Peso (kg)	Cantidad por cliente	Costo
15,000	1	₡46 804,94

3. **Anuncios en Facebook:** es una de las redes sociales más utilizada que muestra una gran posibilidad de campañas, tipos de objetivo y formatos, la variedad de segmentaciones de audiencia y otros parámetros permiten impactar el objetivo correcto en el momento adecuado. Este tipo de anuncios son asequibles y eficaces para alcanzar los objetivos publicitarios de la marca. Facebook te permite tener un control en relación a la asignación del presupuesto, debido a que te permite tener presupuestos diarios y establecer ofertas máximas. Para el caso del lanzamiento de la marca se considera que en un mes se pueden tener 2000 impresiones, esto con un costo asociado de 255 877,72 colones, para lo que es la etapa sostenida se considera que se tengan 1000 impresiones al mes, con un costo asociado de 127 938,86 colones (Network Business School, 2019).
4. **Anuncios en Instagram:** la generación millennial está muy presente en el uso de esta red social, para las marcas visuales esta plataforma se ha convertido en una excelente herramienta, ya que, mediante la publicación de un contenido convincente de imagen y vídeo, permite mejor compenetración con las audiencias objetivo. El elemento más positivo de los anuncios en esta red social es que coloca el contenido en la línea de información del usuario, lo cual permite crear una experiencia publicitaria perfecta. En este caso para la etapa de lanzamiento también se consideran 2000 impresiones al mes con un costo asociado de 355 880 colones, y para la etapa sostenida 1000 impresiones al mes con un costo asociado de 177 940 colones (Network Business School, 2019).
5. **Creación y mantenimiento de página web:** se toma en cuenta que la marca debe poder buscarse en google y aparte de encontrar los anuncios en las diferentes redes sociales, los potenciales clientes deben tener acceso a un sitio web que le permite encontrar información del producto y los principales datos para contactarse con los vendedores y adquirirlo, es por esto que se considera la creación de dicho sitio y su mantenimiento sostenido.
6. **Merchandising:** si bien es cierto está técnica se enfoca principalmente en actividades desarrolladas en el punto de venta para modificar la conducta de compra de los consumidores, y el tipo de negocio al ser B2B no incluye la estrategia de venta en puntos de venta, se considera el merchandising pero más al enfoque de establecer correcciones o nuevos desarrollos a un producto una vez que ya esté en el mercado, permitiendo conservar el lado innovador con el que se ha diseñado el producto a lo largo del proceso.
7. **Eventos y patrocinios:** se considera tanto para la etapa de lanzamiento como para la sostenida la participación en eventos, como congresos alimenticios, ferias de nutrición, charlas y demás actividades que permitan a los creadores dar a conocer el producto y resaltar los beneficios nutricionales al consumir productos que se produzcan con la harina de lenteja germinada, además considera el patrocinio de nutricionistas o expertos en la salud que puedan promocionar las ventajas del consumo del producto.

Se considera como tiempo de lanzamiento un año y después de este el inicio de la etapa de publicidad sostenida, en la Tabla 56 se puede ver el detalle del costo asociado a los gastos de publicidad para ambas etapas:

Tabla 56. Costos asociados a la publicidad del producto

Técnica de publicidad	Gasto mensual (dólares)	Gasto mensual (colones)	Gasto anual (colones)	Gasto anual (colones)
Regalías a clientes	-	-	¢4 680 494,41	-
Visitas a clientes (combustible)	-	¢121 264	¢1 455 168	¢1 455 168
Anuncios en Facebook	\$445,78	¢255 877,72	¢3 070 532,64	¢1 535 266,32
Anuncios en Instagram	\$620	¢355 880	¢4 270 560	¢2 135 280
Mantenimiento de sitio web y blog	-	-	¢1 936 380	¢1 936 380
Generación de contenidos para el blog y redes sociales	-	-	¢3 872 760	¢1 290 920
Merchandising	-	-	¢968 190	¢968 190
Eventos y patrocinios	-	-	¢3 227 300	¢1 613 650
Total	\$1065,78	¢733 021,72	¢23 481 385,05	¢10 934 854,32

3.10 Capacidad instalada

El término de capacidad instalada hace referencia al rendimiento máximo que se puede producir en una empresa en un período dado, usando los recursos que se tienen disponibles. Es un aspecto importante del sistema de producción; se trata de una medida de eficiencia que se puede ajustar de tal manera que la producción esté de acuerdo con la demanda, es decir, es un valor dinámico, que puede y debe mejorarse ya sea con tecnología, con eficiencia laboral, organización de la producción entre otros componentes como parte de la mejora continua (Diego & Lacaze, 2014).

Este apartado se realiza enfocado en el producto que atañe a este proyecto, es decir se considera una planta dedicada exclusivamente a la manufactura de harina de lenteja germinada, pese a que el proceso permitiría eventualmente incorporar harina de otras variedades, principalmente leguminosas, como la arveja. A manera general en el esquema de trabajo se tienen los siguientes tiempos, considerando una jornada diurna normal de ocho horas de trabajo (Tabla 57).

Tabla 57. Distribución del tiempo de producción

Descripción	Tiempo Teórico	Tiempo disponible
Jornada laboral diurna	8 horas	480 minutos
Tiempo para alimentación	0,5 horas	30 minutos (15 desayuno + 15 café)
Tiempo de limpieza	0,75 hora	45 minutos (15 inicial + 30 final)
Alisto de maquinas	0,25 horas	15 minutos
Tiempo disponible	6,5 horas	390 minutos

Los tiempos de limpieza y de alisto de maquinaria, han sido planteados tomando en cuenta dos vías, siendo la primera de ella, la revisión bibliográfica, en particular plantas de producción de harina de trigo, y la segunda incorporando datos técnicos provistos por algunos fabricantes de los equipos, que a su vez estiman aplicaciones, tiempos en operación y en limpiezas superficiales así profundas de los mismos. De manera similar se incluye en el análisis, valores de eficiencia del

proceso productivo, en el cual se considera que los empleados están realizando labores productivas, relacionadas a la manufactura el 95 % del tiempo que tienen disponible.

A lo largo del flujo que recorre el brote desde la bodega de materia prima, hasta la bodega de producto terminado, se considera que puede existir un desperdicio en el rango del 3 %, para que la operación se realice con una eficiencia razonable. Por su parte en el calendario es importante restar aquellos días en los cuales por tema de legislación laboral son considerados no hábiles, de pago obligatorio. Esto resumido en la Tabla 58.

Tabla 58. Condiciones de operación en la planta

Descripción	Valor
Valor de eficiencia esperado de la planta	95 %
Desperdicio de producto esperado	3 %
Días hábiles	305
Días laborables	296

Teniendo los valores anteriores, es posible proceder al cálculo de la capacidad, la cual está relacionada con la demanda proyectada y a la captación del mercado propuesta, los números ya fueron calculados y presentados en el apartado de consumo aparente y demanda potencial, teniendo en cuenta la capacidad de compra de cada potencial cliente basado en sus ventas anuales en el sector al cual se aboca el producto a desarrollar. De los tres escenarios analizados se procede a plasmar el más plausible o probable.

Respecto a la cantidad requerida, es decir la demanda proyectada a satisfacer, es importante mencionar que para generarla debe ingresar, casi tres veces el peso materia prima, puesto que los brotes tienen un gran contenido de agua, por la dinámica del proceso de germinación, la cual es eliminada durante las operaciones de secado. Propiamente según datos del programa experimental, se pierde cerca del 61,8 % del peso inicial por concepto de humedad.

Las tasas de procesamiento de referencia se realizan con el recurso limitante, es decir con la operación que toma más tiempo, que en este caso es la etapa de secado, anterior a la molienda, la cual toma 2,08 horas por tanda. Además, se plantea un escenario en el cual se tiene curva de aprendizaje, en la cual el equipo de trabajo subutiliza la maquinaria destinada, los detalles se muestran enseguida, en la Tabla 59 teniendo como referencia el esquema esperado, junto con sus condiciones en el tema de maquinaria.

Tabla 59. Eficiencia de la conversión en harina del brote

Eficiencia del proceso de conversión	
Ingreso de MP en experimento (500 gramos)	Salida de PT (producto terminado) en experimento (190,8 gramos)
Rendimiento esperado	38,2 %
Requerimiento de MP en toneladas anuales	255,6
Salida en recurso limitante en kilogramos	300
Producción de recurso limitante 100% de capacidad en toneladas	960

La tasa de procesamiento es de 5 Kg por minuto en el recurso limitado, teniendo una producción diaria estimada en 0,71 toneladas, como se muestra en la Tabla 60.

Tabla 60. Capacidad de producción

Concepto	Valor	Unidad
Demanda a satisfacer de PT	197	Toneladas
Requerimiento de MP	532	Toneladas
Días Laborales	296	Días
Producción	1,80	Toneladas/día
Desperdicio	3	%
Producción real	1,85	Toneladas/día
Turnos de trabajo	1	Turno
Jornada de trabajo	8	Horas
Tiempo disponible	390	Min/día
Eficiencia planta	95	%
Tiempo real	370,5	Min/día
Tasa de planta en recurso limitado	5,00	Kg/min
Salida de PT	0,71	Toneladas/día

3.10.1 Descripción de los equipos y maquinaria

A continuación, se plasman algunas de las características y condiciones de operación de las máquinas y equipos, que se utilizan en el proceso productivo planteado.

3.10.1.1 Secador previo

Para esta operación se utiliza un secador de lecho fijo el cual, respondiendo a los requerimientos del proceso diseñado, es capaz de operar a bajas temperaturas (5 a 60 °C), permite por su configuración que sea utilizado para secar una amplia gama de granos y semillas, además su funcionamiento es con gas, una característica importante para el ahorro energético, otras se muestran en detalle en la Tabla 61.

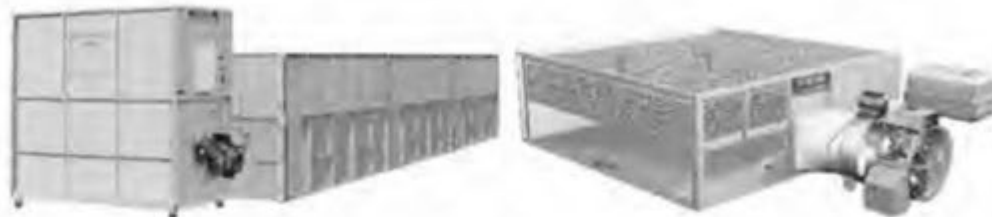
Tabla 61. Descripción general del secador previo

Descripción general	
Producto	Secador universal de granos
Costo	€3 838 000
Número de Modelo:	SUNCUE SKS-580 CG
Voltaje:	3 P 220 v/380
Energía ventiladores	4,65kW
Dimensión (L*W*H):	8 745 × 2 458 × 1 875 mm
Peso:	1 335 kg
Aplicación:	Secado de semillas a bajas temperaturas.
Material:	Acero al carbono y acero inoxidable
Fuente:	Keroseno, diesel y gas
Rango de temperatura	10 °C–60 °C
Capacidad	18.19 m ³ (17.52 m ³)
Consumo	23 Litro/hora

El equipo también utiliza ventiladores que deben conectarse al fluido eléctrico con una conexión trifásica a 220v o 380v, tiene una capa protectora contra la humedad y corrosión.

La Figura 60 muestra imágenes con fines ilustrativos, tomadas de la página web del fabricante.

Figura 60. Secador previo Suncue 580 CG



Fuente: Suncue Company LTD (2019)

3.10.1.2 Molino triturador

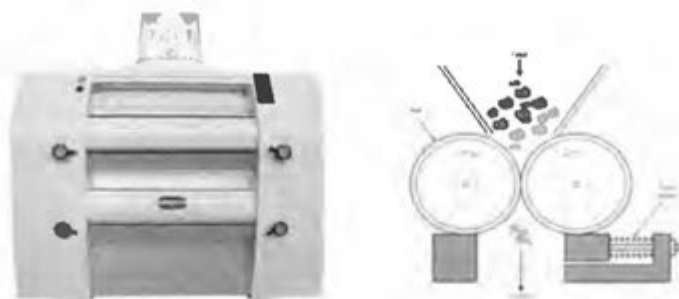
En el caso del proceso de trituración o de disminución del tamaño de partículas, se utiliza un molino de rodillos estriados, que es capaz de procesar múltiples granos con una capacidad de hasta 50 toneladas al día, funciona con corriente eléctrica pudiendo funcionar con conexiones monofásicas o trifásicas, los rodillos son adaptables es decir se puede controlar la separación para un procesamiento más o menos fino, la estructura esta galvanizada lo que proporciona protección ante la corrosión, otras características están descritas en la Tabla 62.

Tabla 62. Descripción general del molino triturador

Detalles Técnicos	
Producto	Molino de rodillos estriados
Costo	₡3 982 000
Modelo	FMFQ 250-500
Capacidad de Producción:	50 TPD
Voltaje:	220 V/380 V
Energía (W):	5,5-30kW
Peso:	3 100 kg
Dimensión (L*W*H):	1 850*1 450*2 050 mm
Secador de grano materiales adecuados:	Arroz, trigo, maíz, soja, arroz, leguminosas, etc.
Producto principal:	Harina

A continuación, en la Figura 61, se muestran imágenes con fines ilustrativas tomadas de la página web del fabricante.

Figura 61. Molino de rodillos Phoenix FMDQ 250-500



3.10.1.3 Secador

En la segunda operación de secado, o secado definitivo previo a molienda se pretende utilizar equipos de secado semejante a hornos con bandejas perforadas, lo que permite una mejor circulación del calor, pese a que como fuente primaria se utiliza gas, los ventiladores que ayudan a la circulación forzada del aire funcionan con conexión eléctrica trifásica, alcanza temperaturas de hasta 300 °C, estructura resistente al calor y a la corrosión, con capacidad de procesar hasta 480 kilogramos por lote otras características técnicas, se aprecian en la Tabla 63.

Tabla 63. Descripción general del secador

Detalles Técnicos	
Producto	Horno/secador de aire caliente
Costo	€9 200 000
Aplicación:	Para procesamiento de alimentos, Polvo/gránulos/pasta
Voltaje:	220 V-480 V
Dimensión (L*W*H):	2*1,2*2m-5*2*2 m
Peso:	2300Kg
Fuente de calefacción:	Vapor/eléctrico/Gas/diésel
La temperatura de secado:	50-300 °C
Eficiencia de secado:	0,75
Control:	Pantalla táctil/control remoto/botón
Costo global	23 600 000
Consumo de gas	8,36 Litros/hora
Ventilador	1,8 kWh

En la Figura 62, se muestran las imágenes de las cuales dispone el fabricante.

Figura 62. Horno secador de granos y semillas Kodi CT/CT-C



3.10.1.4 Molino de martillo

Para convertir finalmente los brotes secos en harina de lenteja germinada se recurre a un molino de martillo con malla incluida para el tamiza de partículas, capacidad de procesar hasta 10 toneladas por día, sistema de paro de emergencia y cobertores en parte potencialmente peligrosas para los operarios, conexión al fluido eléctrico trifásica, otras especificaciones se muestran en la Tabla 64.

Tabla 64. Descripción general del molino de martillos

Detalles Técnicos	
Producto	Máquina de molino
Costo	€4 148 000
Dimensión (L*W*H):	1 778*838*1 194 mm
Número de Modelo:	SFSP668
Voltaje:	380 V
Energía (W):	40 kWh
Peso:	800 kg
Capacidad:	10 toneladas por día
Velocidad del rotor:	2 97 or/min
Aplicación:	Alimentación trituración

Seguidamente, se muestran imágenes con fines ilustrativos tomadas de la página web del fabricante (Figura 63).

Figura 63. Molino de martillos SFSP668



3.10.1.5 Máquina empacadora

El equipo con el que se va a empacar el producto final, es de última generación con sensores que incorporan control de metales mediante sensores fotoeléctricos, dispositivo de sellado automático alimentador neumático, capaz de funcionar con conexión monofásica o trifásica, unidad de control digital programable con contador de unidades, estructura de acero inoxidable, transportador automático de bolsas entre otras características, mostradas en la Tabla 65.

Tabla 65. Descripción general de la máquina empacadora

Detalles Técnicos	
Producto	Máquina empacadora de Harina
Costo	₡4 200 000
Grado automático:	Semiautomática
Tipo conducido:	Eléctrico
Voltaje:	110-480 V
Potencia:	2,2kW
Peso:	350 kg
Dimensión (L*W*H):	3*0,8*2,8 m
Peso neto:	500 kg. 1000 kg. 1500 kg. 2000 kg
Rango de pesaje:	De 1 kg a 50 kilos
Aplicación:	Harinas, avena, salvado y semillas vegetales
Tipo de embalaje:	Bolsa de yute, bolsa de plástico, bolsa de papel kraft
Uso:	Polvos provenientes de granos de café, mazorca de maíz, azúcar, semillas, sal de roca, lentejas

Del sitio web del fabricante se obtienen las siguientes imágenes que son mostradas con fines ilustrativos (Figura 64)

Figura 64. Máquina empacadora M & J



3.11 Diseño de instalaciones

Para el análisis cualitativo se utiliza una matriz de relaciones (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2011), utilizando las escalas presentadas en las Tabla 66.

Tabla 66. Cercanía de la relación y razón de la cercanía

Cercanía de la relación	Razón de cercanía
■ Absolutamente necesario	1 Manejo de materiales
I Importante	2 Personal compartido
O Ordinario	3 Inocuidad
U Sin importancia	4 Calor generado
X Indeseable	5 Supervisión

A partir de esta se construye la matriz de relaciones necesaria, resultante del análisis de planta (Tabla 67).

Tabla 67. Matriz de relaciones

Área	Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Planta de producción	1 Secado previo	*	1	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	1	A	U	U	U	U	U
		*	1												5	1					
	2 Triturado		*	A	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	1	U	U	U	U	U	U
			*	1											5						
	3 Secado del grano			*	A	U	U	U	U	U	U	U	U	U	1	U	U	U	U	U	U
				*	1										5						
4 Molienda				*	A	1	U	U	U	U	U	U	U	1	U	U	U	U	U	U	
				*	1	1								5							
5 Empaque					*	0	U	U	U	U	U	U	U	1	U	U	U	A	U	U	
					*	1								5				1			
6 Laboratorio para pruebas						*	U	U	U	U	U	0	1	U	U	U	U	U	U	U	
						*								5							
Amenidades	7 Comedor						*	X	1	0	X	0	0	X	X	X	X	X	U	U	
							*	3	2						3	3	3	3			
	8 Servicios sanitarios							*	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	U	U	
								*	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
9 Casilleros									*	0	U	U	U	U	U	U	U	U	U		
Oficinas administrativas	10 Recepción									*	0	0	0	1	U	U	U	U	U		
										*				5							
	11 Gerencia									*	1	1	U	U	U	U	U	U	U		
										*	5	5									
12 Jefatura de ventas										*	0	U	U	U	U	U	U	U			
										*				5							
13 Jefatura de producción											*	1	1	1	1	U	U	U			
											*	5	5	5	5						
Carga y descarga	14 Materia prima													*	0	A	0	U	U		
														*		1					
15 Producto terminado														*	0	A	U	U			
														*		1					
Almacenamiento	16 Bodega de materia prima														*	U	U	X			
														*				3			
	17 Bodega de producto														*	U	X				
														*				3			
18 Bodegas auxiliares															*						
															*						
Área de desechos	19 Celda de contenedores																		*		
																			*		

Para el diseño de las instalaciones se debe tomar en cuenta el cálculo de los requerimientos espaciales y las relaciones presentadas con anterioridad. Para los requisitos de espacio, y presentado de manera somera, se toma en cuenta el área libre requerida por colaborador en cada zona de producción, tomada como 2 m²; el espacio para pasillos, según si se trata de amenidades, oficinas y producción, contemplando entre un 10 y un 30 % adicional del espacio calculado.

También se considera el espacio que ocupa la maquinaria, en términos de huella⁴⁴. Se incluye, además, la cantidad de inodoros según el número de empleados y con al menos una batería con acceso universal.

⁴⁴ La huella comprende el área total de la máquina o dispositivo, incluyendo la proyección que genera la apertura de puertas, gavetas, entre otros.

Se contemplan las áreas de recepción, oficinas, bodegas de materia prima, producto terminado y auxiliares, entre otros.

3.11.1 Diseño modular

El diseño modular se utiliza cuando la planta es nueva o la existente se va a trasladar a un nuevo emplazamiento o estructura y se desconoce cuál es este (Muther & Halles, 2015). Se caracteriza por poder acomodarse de diversas formas, manteniendo las relaciones necesarias, en resumen, es un diseño que puede adecuarse a una nave industrial utilizada, siempre y cuando esta cumpla con el requisito mínimo de metros cuadrados; en este caso, luego de la modularización de los requisitos espaciales, es de 504 m², sin tomar en cuenta las áreas de carga y descarga junto con sus patios de maniobra, que no entran dentro de este cálculo. La distribución de espacio se hace de la siguiente forma (Tabla 68):

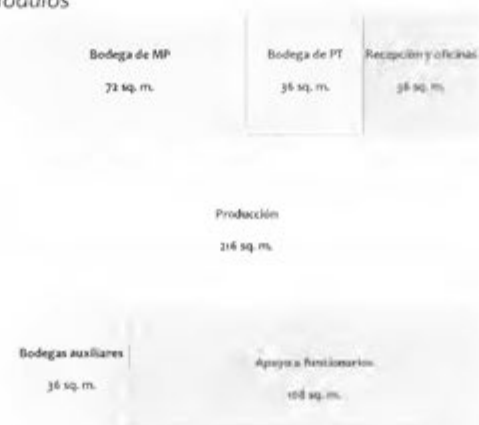
Tabla 68. Metros cuadrados (m²) por zona

Zonas modularizadas	Cantidad de m ² asignados	Cantidad de módulos
Bodegas auxiliares	36	4
Apoyo a funcionarios	108	12
Producción	216	24
Salas, recepción y oficinas	36	4
Bodega de materia prima (MP)	72	8
Bodega de producto terminado (PT)	36	4
Total	504	56

Se busca que las zonas modularizadas unan dentro de sí las zonas o áreas que en la matriz de relaciones implican una cercanía absolutamente necesaria, de forma tal que, si es necesario rearmar el diseño en función de la nave industrial, estén sigan juntas.

Los módulos son áreas de 9 m², compuestas de tres metros de largo por tres metros de fondo; estas componen las zonas que se ilustran a continuación, en la Figura 65:

Figura 65. Distribución por módulos



Ahora, tomando en cuenta el Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios (2013), del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, se plantea que para edificios de carácter industrial, en una edificación menor a los seis metros de

altura, y con un área menor de 2 500 m², es necesario como mínimo extintores portátiles que se encuentren distribuidos de tal forma que no se recorra más de 15 metros para disponer de alguno.

También es necesario identificar las salidas de emergencia, donde las puertas deben ser adecuadas y estar dispuestas de tal forma que puedan ser abiertas con facilidad; deben ser señaladas y estar distribuidas de tal forma que mediante la ruta de evacuación no se recorra más de 61 metros lineales por pasillos; para naves industriales no protegidas mediante sistema de rociadores automáticos (como en este caso). Las zonas de seguridad deben ofrecer las máximas condiciones de seguridad: amplia, abierta, con suficientes accesos, sin tránsito de vehículos ni personas; sin árboles de altura mayor a los dos metros y cincuenta centímetros, sin tendido eléctrico en ella o sobre los accesos, lo más cerca posible de donde se encuentra la población que se desea evacuar, hay que identificarla con una adecuada gama de señales, las rutas de salida tienen que ser amplias y sin obstáculos, tienen que instalarse señales de clara identificación e interpretación que guíen a los grupos hacia la zona de seguridad que les corresponde y no puede disponerse de una sola zona de seguridad (Monge Bolaños, 2011).

En el área de producción se cuenta con el espacio requerido, tomando en consideración el manejo de materiales, maquinaria y el personal. El piso y las paredes del área de producción son impermeables, para que sean lavables. Se tiene un sistema de desagües que permite drenar el agua, además, el piso es antideslizante, para evitar accidentes. En ésta se realizan las actividades de control de calidad e investigación y desarrollo. Se diseñan dos zonas de casilleros, vestidores y sanitarios para los colaboradores de producción, uno para cada sexo con dos inodoros cada uno; mientras que para los colaboradores de oficinas se cuenta con dos sanitarios de acceso universal, uno para cada sexo. El comedor cuenta con espacio para 14 personas simultáneamente, con cuatro hornos de microondas y un refrigerador. Tomando en cuenta lo mencionado con anterioridad se establece una propuesta de acomodo, en la Figura 66.

Figura 66. Propuesta de distribución



3.12 Localización de instalaciones

La selección de la localización de una nueva fábrica es un proceso que se debe basar en la visión estratégica, los requerimientos de la cadena de suministro y las necesidades del consumidor o cliente. La localización de la empresa puede determinar el fracaso del negocio, por lo que la decisión de donde se debe ubicarse no debe obedecer solamente a criterios económicos.

El objetivo de todas las selecciones de sitios es convertir una instalación existente en un arma de ventaja competitiva. La organización debe pasar de un análisis global de sus estrategias y misión (macroanálisis) a una evaluación de las ubicaciones direccionables (microanálisis) (Tompkins, 2001). Ubicar una instalación es un problema diferente a ubicar múltiples instalaciones, siendo el primer caso más simple que el segundo. Para este proyecto se trata de la localización de una sola instalación. El criterio a utilizar es el de orientación al mercado (servicio), donde los costos de producción y abastecimiento, de transporte y distribución y los tiempos de entrega son variables determinantes a tomar en cuenta; este tipo de decisión es usual para la industria de los alimentos.

- **Macroanálisis**

Se encuentra embebido en un marco político, social y económico, por ello para tomar una decisión de localización macro, se hace a partir de una “gran imagen” y posteriormente se toman las decisiones de micro localización. El primer gran acotador es que la industria se pretende ubicar en territorio nacional, además, debe ubicarse en una zona industrial, donde el plan regulador lo permita.

También, debe considerar la disponibilidad de suministro a energía eléctrica trifásica y disponibilidad de volúmenes moderados de agua. Con facilidad de entrada y salida desde y hacia la planta y con espacio suficiente para albergar la instalación.

Por esta serie de motivos, se decide macro localizar la instalación en la Gran Área Metropolitana (GAM), ya que existe mayor probabilidad de cumplir con las condiciones planteadas.

- **Microanálisis**

Una vez analizada la “gran imagen”, se entra en el detalle; se toma como base la premisa presentada con anterioridad de la orientación al mercado, por lo que de la sección 2.3.4 Estudio del entorno, poder de los clientes, Figura 12. Clientes del sector a nivel local, se extraen las principales compañías, con un valor de participación del mercado de un 80.90 % de los bocadillos de la categoría de salud y bienestar, no se toma en cuenta Kellogg de Costa Rica, ya que los productos comercializados son importados. Además, se desarrolla una modificación del método de centro de gravedad, que considera las instalaciones existentes, las distancias entre ellas y la planta a instalar y el volumen de los bienes a transportar.

En la Tabla 69, se muestran los cálculos que se emplean para la localización, se usan como marco de referencias los valores de latitud y longitud de las coordenadas geográficas.

Tabla 69. Cálculos para la localización

Localidad	Peso (p)	Latitud (lt)	Longitud (lg)	p*lt	p*lg
Compañía de Galletas Pozuelo	58,90%	9,953805	-84,110198	5,862791	-49,54090662
Mondelez Costa Rica Ltda	9,00%	9,959020	-84,195741	0,896312	-7,57761669
Sabritas SRL de CV	5,40%	9,917344	-84,062603	0,535537	-4,539380562
Molinos modernos S.A.	4,60%	9,984927	-84,162775	0,459307	-3,87148765
Grupo Nutresa S.A. ⁴⁵	1,30%	9,953805	-84,110198	0,129399	-1,093432574
Bimbo de Costa Rica S.A	0,80%	9,995842	-84,223935	0,079967	-0,67379148
Alimentos Jacks de Centroamérica	0,70%	9,939963	-84,123639	0,06958	-0,588865473
Bioland S.A	0,20%	9,903976	-83,993269	0,019808	-0,167986538
Total	80,90%			8,0527	-68,05346759

De los cálculos anteriores se obtienen los valores teóricos de latitud y longitud donde se va a emplazar la instalación (Tabla 70).

Tabla 70. Ubicación teórica del emplazamiento

Latitud	9,953809
Longitud	-84,112193

Estos resultados se aprecian de manera gráfica en el mapa que se muestra en la Figura 67.

Figura 67. Localización teórica de la planta



Aún con la ubicación definida, no se debe obviar el sentido común, y la disponibilidad de naves industriales en las cuales se pueda localizar la fábrica, por tanto, estas coordenadas se toman de referencia y a partir de las mismas se busca el emplazamiento más cercano que pueda albergar la planta, cumpliendo con las características del apartado anterior. No obstante, esto es un dato que

⁴⁵ Su ubicación es la misma que la de la Compañía de Galletas Pozuelo.

aún no se puede obtener, pero si es una certeza que se desea que el emplazamiento se ubique en el cantón de San José, distrito Uruca; donde el uso de los suelos es predominantemente industrial, los servicios comerciales y el residencial (Reglamento Municipal 355: Plan Director Urbano del San José: Reglamento de Zonificación del Uso del Suelo., 1997). Además, el costo aproximado del alquiler metro cuadrado (m²) en esta localización y sus alrededores es de 3 662,78 colones.

3.13 Estudio legal

Una vez se han definido aspectos como el diseño y la localización de las instalaciones, así como el producto a elaborar, se procede a ahondar en materia legal y reglamentaria que es específica a estos temas (Tabla 71, 72 y 73).

Tabla 71. Estudio legal

Legislación aplicable	Descripción	Artículos aplicables
Ley 833. Ley de construcciones (2017)	Establece las indicaciones necesarias para la construcción, modificación o reparación de edificios	Artículos 18, 26, 45, 46, 47, 51, 54
Decreto Ejecutivo No. 11429. Reglamento de seguridad e higiene del trabajo (1980)	Regula los factores que inciden en la conservación de la integridad mental, física y moral de los trabajadores, con motivo de la ejecución de sus labores en los centros de trabajo; además asegura el cumplimiento de las normas que aseguren la previsión de accidentes en el lugar de trabajo	Artículos 3, 4, 8, 11, 13, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 25, 37, 51, 79, 81, 85, 86, 87, 98, 99
Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios (Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, 2013)	Establece los requerimientos básicos para la reducción del riesgo de incendio que debe cumplir toda edificación de modo tal que proporcione a los ocupantes una adecuada y razonable protección en caso de emergencia	Capítulo 3, Capítulo 4.8
Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:0. Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales (2006).	En este documento se establecen las disposiciones generales sobre prácticas de higiene y de operación durante la industrialización de los productos alimenticios, a fin de garantizar alimentos inocuos y de calidad.	Capítulo 5, 6, 7,8
Decreto Ejecutivo No. 36093-S. Reglamentos sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios (2014)	Se define las acciones a tomar en cuanto al manejo de desechos y residuos sólidos, su manipulación y transporte, en virtud de la importancia que tiene la conservación de la biodiversidad en la calidad de la salud.	Capítulo III. Artículo 10, 11, 12, 13, 14, 16 ,17

Tabla 72. Estudio legal (continuación)

Legislación aplicable	Descripción	Artículos aplicables
<p>Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.06.55.09 Buenas Prácticas de Higiene para Alimentos No Procesados (2009)</p>	<p>Establece requisitos sobre el manejo en plantas productivas, en aras de fomentar las Buenas Prácticas de Manufactura en alimentos y facilitar la comercialización y comercio aduanero a través del territorio centroamericano.</p>	<p>Apartados 3.2.2.4, 3.1.1 y Capítulo IV</p>
<p>Ley No. 8228. Ley del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica (2008)</p>	<p>Establece requisitos y los regula alrededor de las acciones planificadas para prevenir y atender una situación específica de emergencia.</p>	<p>Artículos 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 23, 25, 29, 31, 32, 36, 37, 70</p>
<p>Decreto Ejecutivo No. 26532. Reglamento Técnico RTCR 285:1997 Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad Vías de evacuación (1990)</p>	<p>Define y describe las señales de seguridad que, en el campo de la seguridad contra incendios, permiten realizar la señalización de las vías de evacuación, así como las condiciones de uso de dichas señales. Su campo de aplicación comprende cualquier situación en que sea necesario o útil indicar públicamente la localización y carácter de los accesos, recorridos y salidas de las vías de evacuación.</p>	<p>Todos los artículos</p>
<p>Decreto No. 33601. Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales (2007)</p>	<p>De aplicación obligatoria en todo el territorio nacional en relación con el manejo de las aguas residuales, que independientemente de su origen sean vertidas o reusadas</p>	<p>Artículos 1, 4, 14, 62, 63, 64</p>
<p>Ley No. 7600. Ley de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad (2018)</p>	<p>Tiene como objetivo servir como instrumento a las personas con discapacidad para que alcancen su máximo desarrollo, su plena participación social, así como el ejercicio de los derechos y deberes establecidos en nuestro sistema jurídico.</p>	<p>Artículos 6, 24, 26, 27, 28, 41, 43, 60</p>
<p>Decreto Ejecutivo No. 33607. Deroga decreto Establece Nivel Máximo Bromato Potasio en Harina de Panificación (2007)</p>	<p>Establece que en beneficio y protección de la salud de los consumidores queda totalmente prohibido el uso o presencia de bromato de potasio en la harina, en los productos de panadería o cualquier otro alimento de fabricación nacional o importado</p>	<p>Todos los artículos</p>

Tabla 73. Estudio legal (continuación)

Legislación aplicable	Descripción	Artículos aplicables
<p>Decreto Ejecutivo No. 41420-COMEX-S-MAG-MEIC. Publica Resolución N° 402-2018 (COMIECO-LXXXIII) de fecha 28/06/2018 y su Anexo: "Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:17 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos" (2018)</p>	<p>Establece los parámetros microbiológicos de la inocuidad de los alimentos y sus límites de aceptación para el registro sanitario y la vigilancia en los puntos de comercialización</p>	<p>Todos los artículos</p>
<p>Reglamento Municipal 355: Plan Director Urbano del San José: Reglamento de Zonificación del Uso del Suelo (1997).</p>	<p>Compuesto por los mapas y planos de Uso del Suelo, Densidades Residenciales, Vialidad y Transporte, Zonas de Control Especial, por esquemas y textos complementarios y por los Reglamentos de Zonificación del Uso del Suelo, y el de Vialidad y Transporte.</p>	<p>Todos</p>

3.14 Diseño de empaque y etiqueta

Se decide utilizar sacos de papel kraft de color marrón, el cual es el característico de este tipo de papel. Se aprovecha la impresión flexográfica en el saco para incluir el diseño de la marca de la empresa y los principales datos de la razón social.

El nombre de la empresa es *El Brote S.A.*, el cual hace referencia al estado de germinación requerido del grano de lenteja para empezar el proceso de transformación de la harina, lo que es un elemento primordial en la materia prima. Es un nombre fresco, sencillo y muy característico del producto que representa, lo que aporta como elemento diferenciador a la harina diseñada.

Tomando en cuenta el tipo de negocio, no se realiza un logo como tal del producto, ya que, por el momento no se considera su presentación en góndola. Lo que requiere es que el saco transmita visualmente que se utiliza lenteja germinada como principal insumo, por lo que el fondo es una foto real del estado de las lentejas antes de convertirse en harina.

Se requiere que la información contenida sea clara y concisa, de manera que facilite la identificación y manejo en las bodegas de los potenciales clientes, de esta forma, se incluye:

- Los ingredientes utilizados, destacando que no tiene aditivos para fortificarla ni ningún otro aditamento
- El nombre y la ubicación de la empresa que lo elabora y distribuye
- Los principales datos de contacto de la empresa
- Consideraciones importantes de almacenamiento y consumo

Se selecciona el color anaranjado para el diseño de la impresión del saco, ya que, transmite fuerza y ayuda a estimular el apetito. El diseño de la impresión del saco se muestra en la Figura 68:

Figura 68. Diseño de impresión para el saco de harina



Se decide agregar una etiqueta al saco que contenga los principales datos de almacenamiento y manejo, que les permite a los consumidores identificar fácilmente los siguientes elementos:

- El registro sanitario asociado a la harina de lenteja germinada
- El contenido neto de cada saco en kilogramos
- El número de lote utilizado por la empresa productora de la harina
- La fecha de producción
- La fecha de vencimiento
- Las principales consideraciones de estiba

En la Figura 69 se visualiza el diseño de la etiqueta considerada en el empaque, la cual permite un fácil manejo de la información, y al contener datos cambiantes de una producción a otra permite el máximo aprovechamiento de la impresión flexográfica del saco.

Figura 69. Diseño de etiqueta

Harina de lenteja germinada	
Registro sanitario	00 - 00 - 00 - 00 - 0000
Contenido neto:	25 kg
Lote:	EB - CR - 07 - 19
Fecha de producción	2/7/2019
Fecha de vencimiento:	2/7/2020
Estiba máxima:	10

Para visualizar de mejor manera el empaque final de la harina de lenteja germinada, en la Figura 70 se muestra una representación del producto final.

Figura 70. Diseño del empaque



3.15 Fijación de precio

El precio de un producto es el monto de dinero que el cliente entrega a cambio de un bien o servicio, es decir, es la expresión de valor de un producto.

El cliente como tal ve en la definición de este valor, la capacidad que tiene el producto de satisfacer una necesidad latente, de manera que el esfuerzo económico que deba realizar el consumidor para obtener el bien sea subjetivamente menor o igual a la potencial satisfacción esperada, en este punto la transacción será completada. En caso contrario el producto le resultará caro y la venta no se finalizará (Jarpa, 2015).

Los principales factores que influyen en la fijación de precios son:

1. **Confrontación de precio y calidad:** Según el modelo de Estrategias Genéricas de Porter, mantener altos niveles de calidad implica incurrir en altos costos, por lo tanto, calidad y precio bajo son conceptos antagónicos. En este sentido Michael Porter identifica tres estrategias genéricas (Jarpa, 2015):
 - a. **Liderazgo en costos:** consiste en obtener productos o servicios a menor precio que la competencia.
 - b. **Diferenciación:** se da cuando el producto o servicio es percibido por los clientes como algo exclusivo y de esta forma poder justificar un precio superior.

- c. **Enfoque:** se concentra en un grupo específico de clientes, un segmento de la línea de productos o un mercado geográfico, con la finalidad de ajustar una estrategia óptima que responda a las necesidades específicas de los clientes escogidos.
2. **La asignación de un precio de referencia:** Los consumidores no tienen un precio fijo en mente al momento de efectuar una compra, más bien tienen un rango de precios estimado donde se establece un límite superior y otro inferior.
Si el precio está por encima del límite superior, el consumidor considera que el gasto excedente no se compensa por más que producto ofrezca un beneficio extra, ya que, éste no requiere de dicho valor adicional. En cambio, el límite de precio inferior marca el límite psicológico por debajo del cual el consumidor considera que el producto es demasiado barato para tener un nivel de calidad aceptable.
3. **La elasticidad de la demanda:** Una pregunta clave para cualquier organización comercial es cómo cambiará la demanda de su producto en respuesta a un cambio en el precio. Si la demanda apenas varía con un pequeño cambio en el precio diremos que es inelástica, si no, la llamaremos elástica.
4. **Costos de producción:** Los costos determinan el precio mínimo que la empresa puede imponer a su producto, en este caso lo que se requiere es fijar un precio que cubra tanto los costos de producción como los de distribución, que haga que el producto se venda y que los rendimientos de la inversión vayan de acuerdo con sus esfuerzos y los riesgos que corrió.
5. **Valor del producto percibido por el cliente:** Para establecer una política de precios es preciso un buen conocimiento de los comportamientos de compra de los clientes, del valor que para ellos representa el producto vendido y su traducción en el precio, así como la imagen que se tenga de ellos.
6. **Precio basado en la demanda:** La relación entre el precio y el nivel de demanda resultante aparece en una conocida curva de demanda que muestra el número de unidades que el mercado adquirirá en un periodo determinado según el precio. En el caso normal, demanda y precio están en relación inversa, es decir, mientras más alto el precio, menor la demanda.
7. **Precio basado en la competencia:** Consiste en observar los precios de la competencia, en este sentido la empresa podrá fijar su precio básico por encima o por debajo del promedio como respuesta estratégica a su posicionamiento.

Considerando que el producto en diseño es un producto diferenciado, ya que, actualmente en el mercado no existe una empresa que se dedique a la producción de harinas germinadas y tomando en cuenta el análisis de demanda que arroja un incremento en los consumidores por la compra de alimentos funcionales, se puede considerar el valor percibido por el cliente como un factor en la determinación del precio.

Lo anterior nos permite tomar como referencia los precios actuales en el mercado de harinas que sean diferenciadoras y con alto valor nutricional.

Sin embargo, para la fijación del precio de la harina de lenteja germinada se utiliza como principal herramienta la asignación de precios de referencia (Jarpa, 2015). Para esto se debe tener muy presente que al ser un modelo de negocio B2B el estudio de precios se dirige a la venta de harinas por volumen, entregados directamente del productor a un cliente que se dedica a la transformación de este para venderlo después en anaqueles. Tomando en cuenta esto se estudian los siguientes tipos de harinas:

- **Harina de maíz:** se considera la harina de maíz amarillo vendida a las empresas productoras en presentación de sacos de 25 kilogramos.
- **Harina de quinua:** en la actualidad la quinua se está convirtiendo en la representación de uno de los alimentos más completos que se encuentran en el mercado oír su excepcional equilibrio de proteínas, grasas y carbohidratos, que puede ser consumido por niños y adultos, incluso con problemas celiacos. Por esta razón el precio del mercado de una harina de esta semilla considera el valor agregado que aporta al consumo de los clientes, convirtiéndose en un gran punto de referencia para la determinación del precio de la harina en diseño. En este caso se considera la harina de quinua vendida a empresas productoras en presentaciones de sacos de 25 kilogramos.
- **Harina de quinua orgánica:** destacando los beneficios propios de la quinua descritos anteriormente, sumado a la tendencia del mercado de consumir alimentos orgánicos, el precio de la harina de este tipo se convierte en el referente número uno para el estudio de precios. Esto debido a que el consumo de alimentos germinados sí compara con el consumo de alimentos orgánicos. En este caso los proveedores son escasos, por lo que se considera una cotización ofrecida a las empresas productos que deseen utilizarlas en sus procesos, en la presentación de sacos de 25 kilogramos
- **Harina de soya:** en los últimos años se ha incrementado el consumo de la harina de este tipo debido a que es libre de gluten y ofrece excelentes resultados en productos de panadería y repostería, por esta razón también su precio es un excelente referente para la determinación del precio de la harina en estudio.
- **Harina de trigo:** si bien es cierto, las características propias de la harina de trigo no se asemejan a las de harina de lenteja germinada, este tipo de harina es el de mayor consumo de empresas productoras, debido al gran rendimiento que ofrecen en productos de panificación, por lo que la referencia de precio según la dureza de la harina es de suma importancia para la fijación del precio en diseño.

Mencionadas las principales características de las harinas consideradas para el estudio de precios de referencia se define un valor relativo, el cual va asociado a las similitudes de la harina en estudio con las características de la harina diseñada, este valor se muestra en la Tabla 74:

Tabla 74. Porcentaje relativo de harinas en estudio

Tipo de harina	Porcentaje relativo de consideración
Harina de quinua orgánica	28%
Harina de quinua	25%
Harina de maíz	17%
Harina de soya	12%
Harina de trigo fuerte	7%
Harina de trigo media	6%
Harina de trigo suave	5%

Lo anterior indica que en el estudio de precios se le dará mayor peso al costo de las harinas de quinua por ser libres de gluten y el valor agregado del mercado, después a las de soya y maíz que son de alto consumo de libres de gluten y por último a las harinas de trigo que lo que interesa es el precio por el alto volumen de ventas. Una vez definido esto se realiza el siguiente estudio de precios mostrado en la Tabla 75:

Tabla 75. Estudio de precios

Tipo de harina	Presentación	Precio por presentación	Equivalencia en kilogramos	Precio por kilogramo
De quinua orgánica	Sacos	₡327 142,86	25	₡13 085,71
De quinua	Sacos	₡115 000,00	25	₡4 600,00
De maíz	Sacos	₡30 000,00	25	₡1 200,00
De soya	Sacos	₡26 564,75	25	₡1 062,59
De trigo fuerte	Sacos	₡11 230,00	25	₡449,20
De trigo media	Sacos	₡8 095,00	25	₡323,80
De trigo suave	Sacos	₡9 210,00	25	₡368,40

Se puede identificar que el rango de precios es bastante amplio, lo que le permite a los fabricantes tener un margen de ganancia importante en la venta del producto, sin embargo, se tiene claro que bajo las condiciones de este factor el precio de la harina de lenteja germinada no puede sobrepasar el precio máximo, ya que, el consumidor puede percibir que la relación de satisfacción de necesidades no es la idónea, lo cual al ser un producto tan innovador es muy riesgoso la percepción de los clientes.

Pero no puede ser menor que el precio mínimo, debido a que puede generar una mala percepción de precio – calidad, y no reflejar el valor agregado del producto; en la Tabla 76 se observan peso de referencia.

Tabla 76. Rangos de precios de referencia

Precio mínimo	Precio máximo	Rango
₡9 210,00	₡327 142,86	₡317 932,86

Mencionado lo anterior se realiza el cálculo del precio de la harina de lenteja germinada, considerado el estudio de precios y el porcentaje relativo asignada a cada harina (Tabla 77):

Tabla 77. Cálculo de precio por medio de asignación de precios de referencia

Tipo de harina	Precio por presentación	Precio por kilogramo	Porcentaje relativo de consideración	Consideración para precio por kilo	Consideración para precio por saco
De quinua orgánica	₡327 142,86	₡13 085,71	28%	₡3 664,00	₡91 600,00
De quinua	₡115 000,00	₡4 600,00	25%	₡1 150,00	₡28 750,00
De maíz	₡30 000,00	₡1 200,00	17%	₡204,00	₡5 100,00
De soya	₡26 564,75	₡1 062,59	12%	₡127,51	₡3 187,77
De trigo fuerte	₡11 230,00	₡449,20	7%	₡31,44	₡786,10
De trigo media	₡8 095,00	₡323,80	6%	₡19,43	₡485,70
De trigo suave	₡9 210,00	₡368,40	5%	₡18,42	₡460,50
	Total		100 %	₡5 215	₡130 370

Bajo el método aplicado se concluye que el precio de la harina de lenteja germinada debería ser ₡130 370.

Una vez definido el precio de la harina se realiza un análisis de costos de producción con el objetivo de determinar si el precio obtenido es mayor al precio mínimo que la empresa puede imponer en su producto. Para esto se utilizan los costos asociados a materias primas, material de empaque y productos de higiene y limpieza descritos en la sección 3.8 de este documento.

Sumado a esto se incluye un análisis de mano de obra requerida, utilizando como punto de partida requeridos en el proceso productivo, que pese, a que es un proceso bastante automatizado, requiere operarios para la supervisión de las máquinas, manejo de bodegas y áreas administrativas.

En general se requieren cuatro colaboradores para el área administrativa, dedicados a la dirección de las principales áreas de la empresa y cinco operarios para cubrir las funciones requeridas en el proceso productivo, esto como mínimo sin embargo a media que el horizonte temporal avance se harán contrataciones según cada escenario lo requiera, buscando reforzar principalmente el área de operaciones y la fuerza de ventas.

En la Tabla 78 se describe la cantidad de operarios requeridos y su salario asociado, según el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS).

Tabla 78. Mano de obra requerida

Puesto	Cantidad	Mano de obra	
		Calificación según MTS	Salario mensual
Gerente general	1	Maestría universitaria	€916 005
Jefe de ventas	1	Licenciatura universitaria	€663 772
Agentes de ventas	0	Bachiller universitario	€553 125
Jefe de producción	1	Licenciatura universitaria	€663 772
Recepcionista	1	Recepcionista	€332 589
Operarios calificados	5	Trabajador de ocupación calificada	€349 380
Total	9		€4 323 042

Seguidamente se procede a calcular un consumo mensual para otros servicios relacionados como:

- **Requerimientos de oficina:** incluye un gasto aproximado en papel para impresión, lapiceros, tintas de impresiones, grapas, clips y demás requerimientos que sean necesarios para suplantar las necesidades del área administrativa. Este estimado se obtiene tomando como referencia el consumo promedio de una oficina con la cantidad de personal similar al requerido.
- **Transporte:** se considera que las entregas del producto terminado se van a subcontratar, por lo que se cotiza con una empresa de transportes el cobro mensual por realizar entregas en las principales áreas del GAM.
- **Servicios básicos:** considera el consumo promedio de electricidad, agua y teléfono, tomando como referencia una planta de producción con la cantidad de personal similar al requerido.
- **Seguridad:** considera la contratación de un guarda de seguridad las 24 horas del día los siete días de la semana.

- **Control de plagas:** considera la contratación de una empresa para el manejo de plagas, tomando como referencia una planta de producción con un tamaño similar al requerido.
- **Mantenimiento preventivo:** considera la visita mensual de un técnico especializado para dar mantenimiento técnico y mecánico a las tecnologías requeridas para el proceso productivo.

El gasto mensual para los elementos descritos anteriormente se presenta en la Tabla 79.

Tabla 79. Costos de otros servicios

Concepto	Costo mensual
Servicios	₡ 7 864 449

Considerando los elementos descritos anteriormente se calcula los costos de producción asociados a cada uno de los sacos de harina de lenteja germinada producidos, en la Tabla 80 se puede apreciar que el costo asociado es de 97 061 colones, es decir, 33 309 colones por debajo del precio fijado. Lo que indica que la empresa puede operar con un margen de ganancia del 25%.

Tabla 80. Costo de producción por saco

	Costo asociado
Mano de Obra	₡9 437
Servicios	₡31 080
Lenteja germinada	₡55 839
Gas LPG	₡219
Material de empaque	₡124
Etiquetas	₡70
Productos de limpieza	₡246
Requerimientos de oficina	₡46
Total	₡97 061

3.16 Conclusiones de diseño

- Se realiza un estudio de los tipos de productos y se determina que se va a realizar un producto de consumo, específicamente una materia prima procesada. Para esto se estudian tres alternativas: harina, néctar y aceites.
- En el análisis de viabilidad de germinación se descartan tres granos por el tiempo que tardan en germinar y el tipo de brote que se obtiene: arroz integral, maíz amarillo y maracuyá.
- Se determina que el diseño estará dirigido a una harina de leguminosas germinada, debido al potenciamiento nutricional y su cumplimiento con los requisitos del mercado.
- Se realizan productos mínimos viables con la harina de las leguminosas germinadas (arvejas – lentejas) y se determina que se pueden preparar productos como palitos de ajonjolí y queque, y que son aceptados por los consumidores.
- Del diseño experimental de parcelas divididas se obtiene que el producto a diseñar es una harina de lenteja germinada, que en el proceso productivo se debe incluir un secado previo para eliminar la humedad superficial, se debe triturar el grano antes del secado, el tiempo de este último es de 125 minutos y se debe moler al menos cuatro veces.

- El proceso productivo utiliza una cámara frigorífica para almacenamiento, un secador de lecho fijo para el secado previo, un molino de rodillos estriado para el triturado del grano germinado, un secador tipo columna intermitente para el secado del grano triturado, un molino de martillo para la molienda del grano y una máquina empacada vertical para el empaque de la harina.
- Se determinan como puntos críticos de control: la recepción de las materias primas, donde se realizan pruebas físicas, biológicas y químicas, la humedad del grano después de la molienda y la detección de metales en el empaque.
- Los principales requerimientos de operaciones son: materias primas, materiales de empaque y productos de limpieza e higiene.
- La capacidad instalada de la planta de producción para el escenario esperado es de 1,85 toneladas por día.
- Por medio de la herramienta de asignación de precios de referencia se determina que el precio de un saco de harina de lenteja germinada de 25 kilogramos es de 130 370 colones.

Capítulo IV: Validación

4.1 Objetivos

Para la etapa final de este proyecto: Validación, se presentan los siguientes objetivos.

4.1.1 Objetivo general

Validar que el producto diseñado a partir de granos germinados, satisfaga las necesidades del mercado, la aceptación del cliente y su viabilidad financiera

4.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar la satisfacción de los potenciales clientes mediante la verificación del grado de cumplimiento de sus expectativas y necesidades nutricionales.
- Evaluar el potencial de mejora e impacto social del producto mediante el análisis comparativo de los resultados del análisis químico realizado a la harina de lenteja germinada.
- Evaluar la viabilidad comercial mediante entrevistas a potenciales clientes y canales de distribución.

4.2 Metodología general de validación

Durante esta etapa se sigue la siguiente metodología general, mostrada en la Tabla 81.

Tabla 81. Metodología general de validación

Actividad	Validación	
	Herramienta	Resultado
Aplicación de pruebas químicas de laboratorio para estudiar el contenido nutricional de la harina de lenteja germinada	Análisis químicos de laboratorio Lambda S.A.	Evaluación del potencial de mejora nutricional e impacto social
Ejecución entrevistas a potenciales clientes	Medios tecnológicos para la aplicación de entrevistas	Viabilidad comercial
Estudio financiero	VAN y TIR	Viabilidad económica

4.3 Evaluación del potencial de mejora nutricional e impacto social

La idea de negocio radica en la creación y comercialización de un producto que funja las labores de una materia prima alimenticia mejorada y funcional; en la que se empleen granos germinados como principal insumo. Además, tendría valor agregado si el mismo cumple con las características para pertenecer a al menos una de las cinco subcategorías de la categoría de salud y bienestar.

Dicha materia prima corresponde a la harina de lentejas germinadas creada en la etapa de diseño. Así mismo, resulta concordante evaluar el diseño del producto, del proceso productivo y el modelo de negocio, contra el cumplimiento de las tendencias evolucionadas.

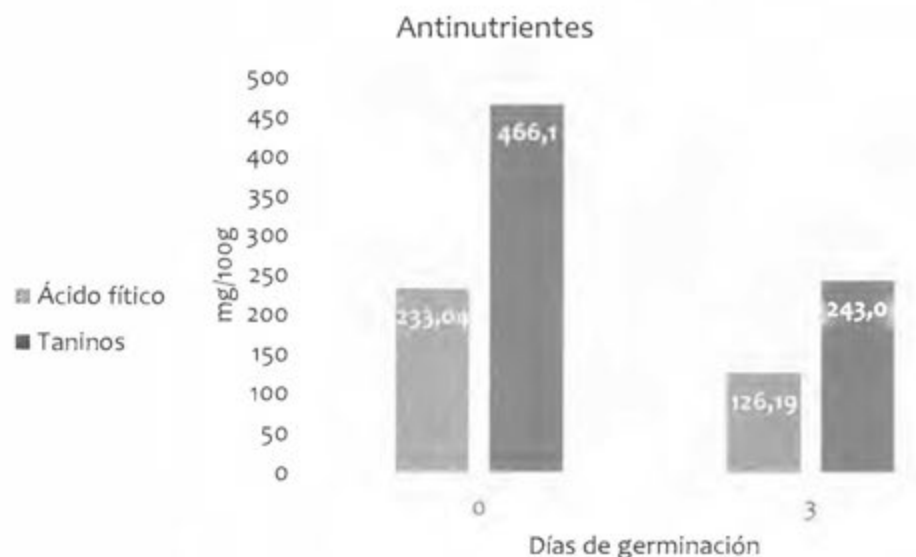
4.3.1 Alimento mejorado

Sacando a colación la previa definición: un alimento mejorado es aquel al que se le ha quitado un componente dañino para salud, que dificulta la digestión, aprovechamiento, entre otros; o bien que se mejore su valor nutricional con respecto a si mismo.

Se sabe que la lenteja presenta dentro de sus componentes al menos dos antinutrientes: el ácido fítico y los taninos. El primero es un compuesto con actividad antinutricional, debido a su capacidad de formar complejos insolubles con minerales como el calcio (Ca), zinc (Zn), hierro (Fe) y cobre (Cu), y proteínas, convirtiéndolos en no asimilables por el organismo (Martínez Domínguez, Ibáñez Gómez, & Rincón León, 2002). Los segundos tienen la capacidad de unirse o precipitar las proteínas digestivas disminuyendo su capacidad para digerir los alimentos (C. Ruiz, Díaz, Anaya, & Rojas, 2013).

Durante el proceso de germinación (tres días) se disminuye en 45,85 % y 47,86 % el porcentaje de ácido fítico y taninos, respectivamente; así apreciable en la Figura 71. Con un mayor periodo de germinación, la disminución sería mayor, no obstante, este efecto no es del todo deseable, ya que su presencia en pequeñas cantidades (sobre todo en el caso del primero) tiene un efecto funcional sobre el cuerpo, como se amplía en la siguiente sección.

Figura 71. Disminución de antinutrientes de la lenteja gracias a la germinación



Fuente: Autores a partir de (Fouad & Rehab, 2015).

Con esto, se infiere con éxito que se ha reducido un componente que dificulta la digestión, por tanto, se mejora el alimento. Aunado a esto, la germinación también trae consigo beneficios tales como el aumento o potencialización de nutrientes ya presentes en la leguminosa.

Para evaluar esta potencialización, se contrata un análisis químico sobre una muestra de 300 g de producto, elaborado bajo las condiciones que arroja el diseño experimental. El Laboratorio Químico Lambda, S.A. es la empresa encargada de realizar el análisis, los resultados se muestran en la Figura 72 y 73.

Figura 72. Resultado de análisis químico



Tels.: 2286-1168 / 2226-4462 • Fax: (506) 2226-4462 • Apartado: 877-1011 San José, Costa Rica
 e-mail: lambda@racsa.co.cr • www.laboratoriolambda.com

RESULTADO DE ANALISIS # 480,819



--RESULTADO DE ANALISIS QUIMICO--

FECHA: 24 DE JULIO DE 2019

SOLICITANTE: Srta. BRENDA FONSECA RODRIGUEZ

REFERENCIA: MUESTRA DE HARINA DE LENTEJA GERMINADA, LOTE: MUESTRA 1, RECIBIDA EN EL LABORATORIO LAMBDA EL DIA 09 DE JULIO DE 2019.

ANALISIS:	RESULTADO PROMEDIO	METODO ANALITICO
ENERGIA	(381 ± 8) kcal/100 g (1595 kJ/100 g)	--
ENERGIA DE LA GRASA	(29 ± 1) kcal/100 g (120 kJ/100 g)	--
GRASA TOTAL	(3,2 ± 0,1) g/100 g	920 39 mod
GRASA SATURADA	(0,8 ± 0,1) g/100 g	963 22
COLESTEROL	< 2 mg/100 g	994 10
HUMEDAD	(2,5 ± 0,1) g/100 g	920 151 mod
PROTEINA	(24,8 ± 0,5) g/100 g	920 152
FIBRA CRUDA TOTAL	(2,2 ± 0,1) g/100 g	962 09
FIBRA DIETETICA	(3,6 ± 0,1) g/100 g	985 29
MINERALES (CENIZAS)	(2,6 ± 0,1) g/100 g	940 26
CARBOHIDRATOS TOTALES	(66,9 ± 1,5) g/100 g	986 25
AZUCARES TOTALES	(30,5 ± 0,5) g/100 g	925 36 mod
SODIO (Na)	(0,4 ± 0,1) mg/100 g	2011 14
POTASIO (K)	(895,7 ± 10,0) mg/100 g	2011 14
CALCIO (Ca)	(686,0 ± 10,0) mg/100 g	2011 14
HIERRO (Fe)	(3,0 ± 0,1) mg/100 g	2011 14
VITAMINA C	< 0,1 mg/100 g	967 21

OBSERVACIONES:

- LOS ANALISIS DE SODIO, POTASIO, CALCIO Y HIERRO ESTÁN ACREDITADOS, VER ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO QUIMICO LAMBDA EN LA DIRECCION ELECTRONICA www.eca.or.cr
- METODOS UTILIZADOS: METHODS OF ANALYSIS FOR NUTRITION LABELING, AOAC INTERNATIONAL, 1993
- FACTOR PARA PROTEINA: (% NITRÓGENO x 6,25)
- >>> VER ESPECIFICACION DE ETIQUETA ADJUNTO
- DIGITADO POR: cbr
- CODIGO LAMBDA: 4209-U00

RAFAEL LAMBÓN PÉREZ
 N.1. COCR-537

NOTA: Refiérase al código Lambda de esta muestra para cualquier consulta
 Resultados de análisis válidos únicamente para las muestras enviadas al Laboratorio por el interesado

LAMBDA R-04

Figura 73. Resultado de análisis químico (continuación)



Tels.: 2286-1168 / 2226-4462 • Fax: (506) 2226-4462 • Apartado: 877-1011 San José, Costa Rica
e-mail: lambda@racsa.co.cr • www.laboratoriolambda.com

RESULTADO DE ANALISIS # 480,820

—RESULTADO DE ANALISIS QUIMICO—

FECHA: 24 DE JULIO DE 2019

SOLICITANTE: Srta. BRENDA FONSECA RODRIGUEZ

REFERENCIA: MUESTRA DE HARINA DE LENTEJA GERMINADA, LOTE: MUESTRA 1, RECIBIDA EN EL LABORATORIO LAMBDA EL DIA 09 DE JULIO DE 2019.

ETIQUETA SEGÚN NUTRITION FACTS

**VALOR NUTRICIONAL POR 1 PORCIÓN DE 100.0 g
DE HARINA DE LENTEJA GERMINADA, LOTE: MUESTRA 1**

	Requerimiento diario	Dieta 2000 cal
Energía total: 380 kcal (1600 kJ)		Energía de la grasa: 30 kcal (125 kJ)
Grasa total 3 gramos	4 %	78 g
Grasa saturada 1 gramos	5 %	20 g
Colesterol 0 miligramos	0 %	300 mg
Sodio 0 miligramos	0 %	2,300 mg
Potasio 900 miligramos	19 %	4,700 mg
Carbohidratos totales 67 gramos	24 %	275 g
Fibra dietética 4 gramos	14 %	28 g
Azúcares totales 31 gramos		
Proteínas 25 gramos	50 %	50 g
Vitamina C: 0 mg = 0 % (90 mg)		
Calcio: 686 mg = 50 % (1300 mg)		
Hierro: 3 mg = 15 % (18 mg)		

REFERENCIA:

- METODOS UTILIZADOS: METHODS OF ANALYSIS FOR NUTRITION LABELING, A,O,A,C, INTERNATIONAL, 1993.
- VALORES DE REFERENCIA DIARIOS RECOMENDADOS SEGÚN A,O,A,C, METHODS OF ANALYSIS FOR NUTRITION LABELING, 1993, FOOD CODEX, FDA, ACTUALIZADO EN 2017
- ESTA PÁGINA ES UNA AYUDA PARA EL PRODUCTOR, LOS REDONDEOS ESTÁN HECHOS DE ACUERDO A LA NORMA CENTROAMERICANA PARA ETIQUETADOS NUTRICIONALES Y LA FDA

[Firma manuscrita]
RACSA L. AMON PEREZ
N.J. CQCR 537

LAMBDA R-04

Analizando los resultados obtenidos de manera individual, y según el Decreto Ejecutivo 37295 y el RTCA 67.01.60:10 en su Anexo E: Cuadro de condiciones relativas al contenido de nutrientes (2012), se pueden hacer las siguientes declaraciones de propiedades con respecto al producto:

- **Bajo en grasa:** ya que contiene no más de 3 g por cada porción de 100 g.
- **Bajo en grasa saturada:** posee no más de 1,0 g / 100 g.
- **Libre de colesterol:** contiene no más de 2 mg por porción y contiene 2 g o menos de grasa saturada; por cada porción de 100 g.
- **Sin azúcar agregado:** es una declaración permitida si no se ha adicionado durante el procesamiento, azúcar o ingredientes que contengan azúcar. Esto se declara si el alimento no es bajo o reducido en energía⁴⁶, como en este caso.
- **Libre de sodio:** cuando no contiene más de 5 mg por porción de 100 g.
- **Excelente fuente de proteína:** esta declaración es plausible cuando contiene al menos dos veces los valores para fuente, es decir, es fuente de proteína al tener más de 10 % del VRN (Valor de Referencia del Nutriente).
- **Fuente de fibra:** cuando se posee no menos de 3 g por cada 100 g.
- **Fuente de hierro y potasio:** contiene no menos de 15 % de VRN por cada 100 g para sólidos.
- **Excelente fuente de calcio:** contiene dos veces los valores para fuente.

Comparando estos resultados con los de la ficha nutricional de las lentejas que se comercializan en el país⁴⁷, la cantidad de potasio aumenta de 791 mg a 895,7 mg; es decir, un aumento del 13,2 %. El contenido de proteínas aumenta en 6 %; la cantidad de sodio disminuye a 0 mg y el VRN del calcio sube en 43 puntos porcentuales.

Por otro lado, una consecuencia negativa es la disminución del hierro en 28 % y de fibra dietética de 5 a 4 gramos. Estos resultados se aprecian con mayor facilidad en la Figura 74, donde se muestra los cambios en términos de tamaño y dirección. En particular, la reducción de sodio se considera positiva, razón por la cual su dirección en el gráfico es positiva.

Figura 74. Tamaño y dirección de la mejora de la harina de lenteja germinada vs lenteja cruda en g/100g



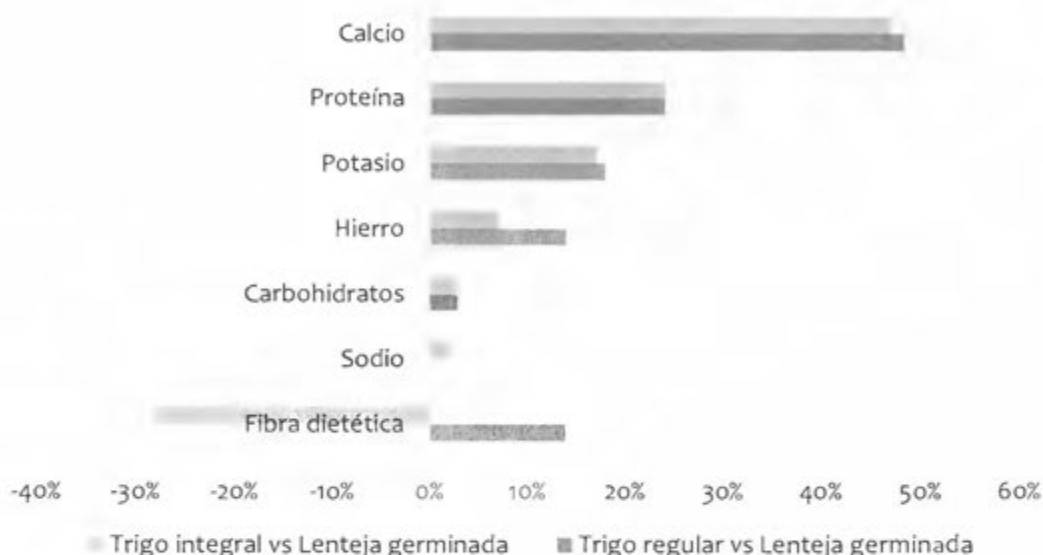
Ahora bien, comparando la cantidad de proteína de la harina de lenteja germinada (24,8 g/100g) contra su contraparte sin germinar (17,1 g/100g) se obtiene una mejoría de alrededor de 45 % (Gil et al., 2014), ya que se sabe que el proceso de cocción, aun sea a bajas temperaturas (60 °C), disminuye la presencia de proteínas.

⁴⁶ El alimento se puede declarar como baja fuente de energía si no contiene más de 170 kJ (Decreto Ejecutivo No. 37295 COMEX-MEIC-S. Publica Resolución N°281-2012 (COMIECO-LXII), modificaciones al RTCA 67.01.60:10 "Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para población a partir de 3 años," 2012).

⁴⁷ Promedio de las principales marcas encontradas en los supermercados.

Con respecto al principal sucedáneo o sustituto, la harina de trigo, del mercado costarricense, regular e integral, se obtienen los siguientes resultados (Figura 75⁴⁸).

Figura 75. Tamaño y dirección de la mejora de la harina de lenteja germinada vs harina de trigo regular e integral en g/100g



Esto convierte este producto en una alternativa para las harinas con gluten, no solo por la ausencia de este, sino por su alto potencial nutricional, en comparación.

Además, el aumento en el contenido proteínico, sumado a la disminución de los taninos y el ácido fítico que aumentan su digestibilidad, convierten este producto en una fuente importante de proteína para aquellas personas que han adoptado dietas vegetarianas/veganas; o que optan por disminuir el consumo de alimentos de derivado animal.

4.3.2 Alimento funcional

Hace alusión a cuando el alimento tiene un beneficio para la salud, que está más allá de su valor nutricional, trayendo beneficios a una o más funciones del organismo o bien que reduzca el riesgo de padecimiento de enfermedades. Por ejemplo, la reducción de taninos y ácido fítico es beneficioso para la salud; no obstante, no es totalmente recomendable que se eliminen.

Se sabe que este último, el ácido fítico, en bajas concentraciones tiene efectos positivos para el cuerpo, entre los que se pueden citar: retardo de la digestibilidad del almidón y disminución de

⁴⁸ Comparación realizada contra el promedio de las principales marcas vendidas en los supermercados. El contenido de hierro que se toma en cuenta es restando 4,5 mg/100g; ya que este valor es añadido a modo de fortificador de la harina (Decreto Ejecutivo No. 30030. Reforma al Reglamento para el Enriquecimiento de la Harina de Trigo de Calidad Alimentaria, 2003).

la respuesta a la glucosa en sangre⁴⁹, hipocolesterolemia⁵⁰, prevención de cálculos renales⁵¹, control de las caries dental y cáncer⁵², y mejora de la capacidad de captación de oxígeno de los glóbulos rojos (Martínez Domínguez et al., 2002).

Al ser, la harina desarrollada, fuente de fibra, juega un papel en todas las funciones del sistema digestivo desde la masticación hasta la evacuación de heces. Las dietas con un contenido elevado requieren más tiempo de masticación por lo que enlentecen la velocidad de deglución⁵³ y esto implica una mayor salivación que va a repercutir en la mejora de la higiene bucal.

A nivel del estómago las fibras solubles, gracias a su viscosidad, enlentecen el vaciamiento gástrico y aumentan su distensión prolongando la sensación de saciedad. En el intestino delgado enlentece el tiempo de tránsito. También aumenta el espesor de la capa de agua que han de traspasar los solutos, lo que provoca una disminución en la absorción de glucosa, lípidos y aminoácidos, y ácidos biliares; como consecuencia pueden disminuir los niveles de colesterol.

Además, el calcio atrapado y transportado hasta el colon se libera al hidrolizarse la fibra por efecto de las bacterias colónicas. Los ácidos grasos de cadena corta producidos facilitan la absorción de este calcio a través de las paredes del colon e incluso de las del recto.

Los efectos fisiológicos de la fibra a nivel del colon están estrechamente relacionados con su propiedad de fermentabilidad y efecto prebiótico; aumentando el volumen de contenidos intestinales, la proliferación celular normal y disminuyendo la proliferación de células tumorales (Escudero Álvarez & González Sánchez, 2006).

Bajo estas premisas, se puede catalogar esta harina como un alimento funcional.

4.3.3 Alimento natural

Se dice que un alimento pertenece a esta subcategoría cuando contiene sustancias que naturalmente mejoran la salud, según PROCOMER. Es decir, que no incluye añadidos de sustancias sintéticas o no, tales como azúcar, sal, grasas, edulcorantes, entre otros aditivos.

Este alimento, al crearse tomando como base únicamente lentejas y sin aditivo alguno, se considera dentro de esta subcategoría; además, también se cumple el ser mínimamente procesado, ya que para su elaboración solo se llevan actividades como germinar, limpiar, lavar, cocer, entre otros descritos previamente, y que tienen como objeto aumentar la duración, permitir su

⁴⁹ "(...) disminuye la velocidad de la digestión del almidón por los mismos mecanismos por los que ejerce su acción antinutriente, esto es, puede unirse o bien directamente a la α -amilasa inactivándola, o al Ca que es necesario para estabilizar la actividad amilasa, o al almidón, modificando así su grado de gelatinización o su accesibilidad para las enzimas digestivas, además influye en la respuesta sanguínea a la glucosa por producir retardo del vaciado gástrico" (Martínez Domínguez et al., 2002).

⁵⁰ Concentración sérica (del suero sanguíneo) de colesterol menor (Pérez, Vargas, Torres, & Villarreal, 2002).

⁵¹ Existen evidencias experimentales de que los inositol di- y trifosfato (InsP₂, InsP₃) son efectivos en la prevención de cristales de hidroxapatita *in vitro*, que son los que actúan como núcleo en la formación de cálculos (Martínez Domínguez et al., 2002).

⁵² Supone un papel protector frente a diversos tipos de cáncer, especialmente de colon y mama; ya que el ácido fítico en dietas con bajo contenido en fibra reduce la presencia de biomarcadores del riesgo de cáncer (Martínez Domínguez et al., 2002).

⁵³ Paso del alimento desde la boca a la faringe y luego al esófago.

almacenamiento, ayudar a su preparación culinaria, mejorar su calidad nutricional y tornarlos más agradables al paladar y fáciles de digerir (Organización Panamericana de la Salud, n.d.).

4.3.4 Reducidos en (light)

El consumidor actual busca alimentos en los cuales se vea reducido la cantidad de grasa, azúcar y sodio. Bajo estas condiciones, y como se describe con anterioridad según el RTCA 67.01.60:10, este producto se declara: bajo en grasa y grasa saturada, libre de sodio, libre de colesterol y sin azúcares añadidos durante el proceso. Por lo que se encuentra inmerso, también, dentro de esta subcategoría.

4.3.5 Orgánicos

Es un término de etiquetado que indica que los productos se han producido con arreglo a las normas de la producción orgánica, y que están certificados por un organismo o autoridad de certificación debidamente constituido. La agricultura orgánica se basa en la reducción al mínimo del empleo de insumos externos, y evita el empleo de fertilizantes y abonos sintéticos.

Debido a la contaminación ambiental generalizada las prácticas de agricultura orgánica no pueden garantizar la ausencia total de residuos. Sin embargo, se aplican métodos destinados a reducir al mínimo la contaminación del aire, el suelo y el agua. Los manipuladores, elaboradores y vendedores al por menor se adhieren a normas que mantienen la integridad de los productos de agricultura orgánica. La meta principal es lograr un nivel óptimo de salud y productividad de las comunidades interdependientes de organismos del suelo, plantas, animales y seres humanos (FAO, 2007).

Las lentejas utilizadas para la producción de la harina no cuentan con las características anteriores para poder catalogarlos como orgánicos, empero, es posible acceder a esta subcategoría con cierta facilidad; contratando suplidores que puedan abastecer las necesidades actuales del mercado.

4.3.6 Relacionados con intolerancias

La principal ventaja que presenta esta harina es que la misma no contiene gluten, esto implica que puede usarse como sustituto de las harinas de trigo, centeno o cebada, entre otros; ya sea utilizándola sola o bien mezclándose con otras harinas libres de gluten del mercado.

En relación a esta proteína, existen varias patologías relacionadas, entre ellas la enfermedad celiaca es la más frecuente que existe; pero también existen la sensibilidad al gluten no celiaca y se estima que afecta en torno a un 0,5-0,6 % de la población adulta. Otro padecimiento es la alergia al trigo y su prevalencia se estima en alrededor de 0,1 %. Para todos los casos el tratamiento recomendado es una dieta sin trigo (Jiménez Ortega, Martínez García, Quiles Blanco, Majid Abu Naji, & González Iglesias, 2016).

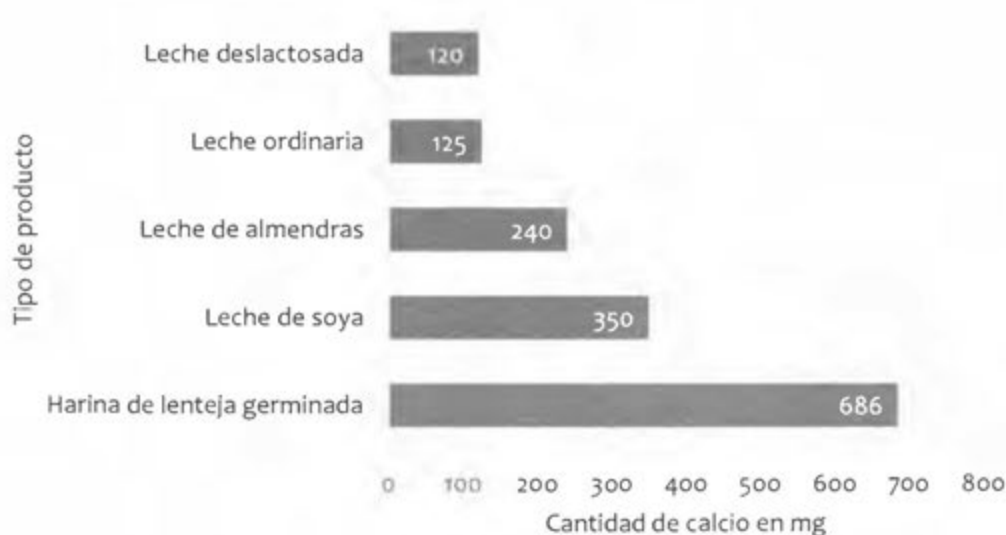
En Costa Rica el 1,5 % de la población tiene predisposición a ser celiaco. Esto significa que existen entre 50 mil y 60 mil personas sin diagnosticar. Este mercado se encuentra en franco crecimiento, con proyección de ventas de 4 400 millones de dólares para el 2019; significando un aumento de 37,5 % con respecto al año 2015 (Retana, 2017).

Considerando a otras intolerancias, la relacionada a la lactosa tiene como tratamiento inmediato la suspensión de la ingesta de leche y sus derivados⁵⁴ (o su disminución en función de si la intolerancia es parcial y/o evolutiva, además, de que algunos derivados poseen menor cantidad de lactosa). Sin embargo, estos productos son la principal fuente de calcio de la dieta, una ingesta insuficiente de ellos produciría un efecto de desmineralización ósea durante el desarrollo o incluso una desmineralización prematura en el adulto.

Otros tratamientos o alternativas son la administración de suplementos enzimáticos de lactasa en cápsulas o tabletas comestibles. O bien la suspensión total de lácteos, junto con la administración de calcio por medio de preparados farmacológicos (Alliende, 2007).

La harina de lentejas germinadas representa una alternativa natural para atacar las deficiencias de calcio, estén relacionadas a la intolerancia o no. En comparación contra 100 g de leche ordinaria, contiene 450 % más calcio que esta. Las comparaciones con alternativas sin lactosa se muestran en la Figura 76.

Figura 76. Comparación de harina de lenteja germinada contra productos fuente de calcio



Además, poblaciones como los veganos, no consumen ningún producto proveniente de animales, incluyendo la leche, por lo que también requieren consumir alimentos de origen vegetal que aporten las cantidades de calcio necesarias para una dieta diaria. Y con respecto a alternativas como la leche de almendras y de soya, representa una ventaja al contener menor cantidad de ácido fítico, ya el gran contenido en estas comprometen su disponibilidad potencial (Dyner, Batista, & Cagnasso, 2015).

4.3.7 Transparencia e impacto social

Las tendencias evolucionadas se componen de salud y bienestar, inocuidad, impacto social, transparencia y experiencia. La primera se cumple mediante la creación del producto alimenticio perteneciente a esta categoría, mientras que la segunda se busca con el diseño del proceso

⁵⁴ También efectivo contra la alergia a proteínas de la leche, por ejemplo, la caseína.

productivo y sus diversos puntos de control, en los cuales se controla la inocuidad a lo largo de todo el ciclo de vida del otro producto.

Advertencias como la de no consumir crudo, así como las declaraciones de un alimento 100 % hecho a partir de lentejas, sin ningún aditivo, calzan en la línea de la transparencia y el etiquetado limpio.

Otros ámbitos de la transparencia, como salarios, fuente de ingresos, asociaciones y fuente de los insumos, entre otros, exceden el alcance de este proyecto. Así mismo la experiencia de compra, al ser un negocio B2B.

El impacto social y ambiental está relacionado con el aumento del consumo y producción de lentejas. Ya bien se ha desarrollado que ellas son una excelente fuente de nutrientes, que mediante la germinación se potencializan de forma que aumentan su contenido, mejoran su biodisponibilidad gracias a la reducción de antinutrientes, o ambas. Esto ayuda a combatir las deficiencias nutricionales de la población, especialmente a de aquellos que son vegetarianos o veganos, tienen una intolerancia, principalmente al gluten y a la lactosa; o bien eligen tener una dieta sin cárnicos, lácteos y gluten.

En promedio, en 100 g de carne se encuentran entre 20 y 30 g de proteínas, una razón similar a la lenteja cruda y a la harina de su germinado. Si bien la proteína de la carne se encuentra más biodisponible, con las bondades de la germinación esta disponibilidad se alcanza; lo mismo ocurre con el hierro, no obstante, en términos de cantidad, esta harina posee dos veces más que el promedio de las carnes rojas. En fin, las leguminosas y las lentejas en particular son una buena alternativa a los cárnicos, y con la ventaja de ser bajas en grasas.

En la agricultura las legumbres son plantas que ayudan a fijar nitrógeno en el suelo, enriqueciéndolo y evitando su deterioro. Al generar, de manera natural su propio fertilizante, los agricultores no necesitan usar agroquímicos. Además, es un cultivo con mejores opciones de adaptación al aumento de temperatura derivado del calentamiento global y por ende a los climas áridos y las sequías.

En comparación con otros cultivos o fuentes de proteína, las leguminosas requieren menos recursos naturales (como agua y energía) para su producción. Por ejemplo, un kilogramo de lenteja requiere 10 veces menos agua que un kilogramo de res. También requieren un mínimo procesamiento y no es necesaria su refrigeración, lo que limita el uso de recursos naturales. Por último, como el grano crudo se puede almacenar por un periodo largo sin perder sus propiedades, por lo que además, se reduce la probabilidad de desperdicio (Soto, 2016).

4.3.8 Resumen

A modo de resumen se logra la creación de una materia prima mejorada y funcional, que pertenece a la categoría de salud y bienestar, al incluirse dentro de las subcategorías: fortificado/funcional, natural, reducido en y relacionado con intolerancias.

Este producto no pertenece a la subcategoría orgánico, sin embargo, se deja el portillo abierto para poder acceder a ella en el futuro. Sobre todo, gracias a los beneficios y ventajas de las leguminosas. Respecto a las tendencias evolucionadas se abarcan la transparencia junto con el etiquetado limpio, así como la salud y bienestar junto con la inocuidad alimentaria. La Figura 77

muestra una forma de evaluar el cumplimiento obtenido en el desarrollo de la harina de lentejas germinadas.

Figura 77. Evaluación del cumplimiento de la mejora



4.4 Viabilidad comercial

Se estudia la viabilidad comercial del proyecto mediante una metodología cualitativa la cual se basa en la realización de entrevistas a potenciales clientes y canales de distribución con el objetivo de obtener resultados de opciones y medios de comercialización.

4.4.1 Entrevista a potencial cliente

Se logra realizar un acercamiento con los dueños y encargados de la empresa Golden Harvest de Costa Rica S.A, la cual se encarga del desarrollo y fabricación de los productos de la marca Cosecha Dorada y Panadería Saborcito. La compañía está muy posicionada a nivel país como uno de los pioneros en la producción de snacks saludables.

Se realizó una entrevista grupal el día 13 de agosto, con los siguientes participantes:

1. Harold Alfaro, Gerente general y encargado del desarrollo de nuevos productos y procesos.
2. Paola Montero, Gerente comercial.

Primeramente, se les entrega una muestra del producto y se les suministra información concisa del producto para que conozca los principales beneficios del consumo del producto, para esto se elabora un boletín informativo. Los entrevistados indican que conocen el término de germinación, lo definen como un proceso natural que se utiliza para potenciar los beneficios de los diferentes granos, identifican que uno de los principales beneficios de este proceso es la potencialización de los nutrientes y las vitaminas.

El Gerente General tuvo la oportunidad de visitar una feria en Estados Unidos, donde pudo conocer diferentes productos que se fabricaban con granos germinados y conocer los beneficios que se obtienen, en dicha feria consumió productos que contenían arvejas, trigo, arroz todos pasando por el proceso de germinación, y uno de los productos que más le gustó fue el pan cuadrado producido a partir de trigo germinado. Dentro de los principales elementos a destacar en el sabor está el hecho de que sabe mucho mejor que un pan integral y que se siente muy natural a la hora de consumirlo, indicó que no afectó la textura en general, ya que mantenía la suavidad en la mordida, característico de este tipo de producto.

Ambos indican que estarían dispuestos a comprar la harina de lenteja germinada y utilizarla en el desarrollo de sus productos, tomando en cuenta que se les comunicó que se realizaron pruebas de productos mínimos viables y que la harina reacciona de buena manera ante la mezcla de ingredientes como agua, levadura y polvo de hornear, lo que indica que se puede utilizar para la producción de snacks saludables a gran escala.

Mencionan que para la utilización de la harina primero requieren realizar una prueba para determinar si se agrega como un ingrediente base, es decir como la principal materia prima al 100 % de harina en productos nuevos o como un ingrediente secundario, que complementaría a una receta a base de harina de trigo.

La empresa como tal no está incursionando en alimentos gluten free en este momento, pero al dedicarse a una industria que tiene como objetivo clientes vegetarianos le interesa empezar con la formulación de recetas bajo esta línea y considerando que la harina presentada es libre de gluten, presenta un gran interés en utilizarla.

La Gerente Comercial expresa un notable interés en lo que esto representa para los clientes, ya que, al incluir en los empaques que es un alimento libre de gluten y con lenteja como uno de sus ingredientes, le permitiría ser pionero en esta área y poder presentar un producto innovador con un ingrediente funcional y beneficioso, que puede ser consumido por vegetarianos, veganos, celíacos y el público en general.

Al concluir la entrevista se obtiene mucho interés por parte de la empresa indicando que existe apertura en el mercado para crear alianzas con los clientes y poder establecer la producción de la harina propuesta. Una de las recomendaciones dadas por los entrevistados es definir un precio que sea rentable para los fabricantes de productos terminados, por lo que se considera en la definición del precio presentado en el apartado 3.15 de este documento.

Como un ejercicio, tomando como referencia la experiencia de ambos colaboradores, se quiso estudiar cuántos sacos comprarían aproximadamente, para usarlo como referencia en el estudio financiero, y se obtuvieron los siguientes resultados:

- Si se utiliza como una materia prima principal: se puede empezar con una compra mínima de 10 sacos a la semana (40 sacos al mes) por los primeros seis meses, escalable a una compra de 25 sacos por semana (100 sacos al mes), y si se producen varios productos puede aumentar de 50 a 75 sacos a la semana (200 – 300 sacos al mes).
- Si se utiliza como una materia prima secundaria: se puede empezar con 5 sacos a la semana (20 sacos al mes) por los primeros seis meses, escalable a una compra de 15

sacos por semana (60 sacos al mes), con la posibilidad de crecer a 30 – 50 sacos por semana (120 – 200 sacos al mes).

Con los resultados de la entrevista podemos resaltar que tenemos resultados positivos con el estudio y que la comercialización de harina de lenteja germinada es viable en el mercado costarricense.

4.4.2 Entrevista a posible canal de distribución

Se establece un contacto con la encargada comercial de la empresa Andean Valey, los cuales se encargan de la distribución a nivel nacional de diferentes productos como la harina de quinua y la quinua en grano.

Se le presenta el boletín informativo sobre las principales características de la harina y sus mayores beneficios, aquí con el objetivo de obtener una opinión basada en la experiencia que posee sobre la factibilidad de distribución del producto y las barreras de entrada que podrían presentarse.

Nos indica que los productos de alimentos saludables están muy enfocados en el desarrollo snacks novedosos y que la principal herramienta que utilizan es la inclusión de materias primas innovadoras, poco conocidas y atractivas para los clientes por sus beneficios nutricionales. Un ejemplo de esto es la incorporación de quinua en muchas de sus recetas y de elementos como la chía.

La principal opinión expuesta es que la harina de lenteja germinada tiene mucho potencial para el desarrollo de este tipo de recetas y que, debido a sus características, principalmente el hecho de que se produce en el país y su principal materia prima es un grano conocido y muy utilizado, es una gran ventaja competitiva para poder satisfacer las expectativas de la posible demanda.

Como recomendación comenta que para que el producto tenga una buena aceptación del mercado se requiere la realización de publicidad agresiva para dar a conocer los beneficios de germinar y de utilizar este tipo de fuentes de materia prima.

Este primer acercamiento con un potencial cliente, nos permite identificar que el producto tiene una gran oportunidad en el mercado y puede tener éxito a nivel de distribución y desarrollo de nuevos productos.

4.5 Estudio financiero

Durante este apartado se procede a realizar el estudio económico y financiero del proyecto, mediante el cual se pretende evaluar y presentar información relevante enfocada hacia la visualización de la viabilidad del proyecto.

Para que el desarrollo se considere deseable, es necesario cumplir que genere resultados positivos en consonancia con la inversión realizada y con los intereses de los inversionistas, que para fines prácticos y de rigor se tasa por encima del interés normal del mercado, es decir que brinde mayores beneficios a los cuales se percibirían si los fondos son puestos en cuentas de ahorro. También se busca que se genere liquidez suficiente para que no peligre la continuidad de la empresa en un horizonte temporal de cinco años, siendo un periodo de planificación ampliamente utilizado, en especial con emprendimientos que requieren una planificación e inversiones considerables, siendo un estándar tres años (Benedicto, 2009).

Se plantea una serie de criterios de evaluación: El Valor Actual Neto (VAN), el cual brinda el valor presente de un determinado flujo de caja futuro, y la Tasa Interna de Retorno (TIR), la cual establece la tasa a la que se recuperará la inversión, además del Índice de Deseabilidad, que brinda una valuación rápida, ideal cuando se presentan varios proyectos o escenarios (Benedicto, 2009).

Es relevante mencionar que se realizará el planteamiento de tres escenarios, uno pesimista, uno esperado y uno optimista en los cuales se incluirá una variación de parámetros como: inversión inicial, captación de demanda, crecimiento de ventas y contratación de personal para apoyar la operación productiva.

4.5.1 Inversión inicial

La inversión inicial contempla el desembolso en activos fijos tangibles e intangibles, tales como obras físicas, adquisición de mobiliario y equipo que serán empleados en el proceso de transformación de los insumos o que servirán de apoyo a la operación normal en el esquema de producción, el elemento común es que deben ser efectuadas antes de la puesta en marcha, es posible distinguir grandes categorías que a continuación se expresan con mayor detalle

4.5.1.1 Activos fijos

Son aquellos destinados a recursos de tipo tangible, como la maquinaria o el mobiliario, en la Tabla 82, se detalla la cotización de la maquinaria y los equipos necesarios.

Tabla 82. Activos fijos

Inversión Inicial			
Detalle	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Mobiliario y Equipo de Oficina			
Equipo de computo	4	€ 260 000	€ 1 040 000
Escritorio de oficina	4	€ 99 990	€ 399 960
Silla de oficina	4	€ 37 990	€ 151 960
Mesa de comedor	3	€ 98 500	€ 295 500
Sillas comedor	15	€ 26 400	€ 396 000
Pantallas (TV)	3	€ 159 500	€ 478 500
Teléfono fijo	4	€ 57 990	€ 231 960
Impresora Multifuncional	2	€ 117 990	€ 235 980
Archiveros	8	€ 79 990	€ 639 920
Basureros	18	€ 2 190	€ 39 420
Dispensador de Papel higiénico	10	€ 8 755	€ 87 550
Dispensador de Jabón líquido	8	€ 28 700	€ 229 600
Dispensador de papel toalla	4	€ 8 967	€ 44 835
Carro Limpieza	1	€ 100 854	€ 100 854
Casilleros	4	€ 138 753	€ 555 012
Fregadero industrial	1	€ 692 900	€ 692 900
Pila	2	€ 14 090	€ 28 180
Estantes	6	€ 28 452	€ 341 424
Compra e Instalación de los racks	6	€ 390 000	€ 2 340 000
Total Mobiliario y Equipo de Oficina			€ 8 259 697

Se incluyen los elementos necesarios para la parte administrativa, así como algún mobiliario de apoyo como pilas, estantes y racks de almacenamiento, el monto anteriormente expuesto no presenta variación alguna respecto a los escenarios, puesto que son requerimientos de menaje mínimos para la operación.

4.5.1.2 Maquinaria

Seguidamente se presentan los costos asociados a la maquinaria principal en el proceso productivo para convertir los brotes en harina germinada, en cada panorama analizado (Tabla 83).

Tabla 83. Maquinaria principal

Detalle	Maquinaria		
	Escenario pesimista	Escenario esperado	Escenario optimista
Secador Previo	€2 419 000	€3 838 000	€4 838 000
Secador/horno	€10 618 000	€18 400 000	€22 400 000
Molino de rodillos	€3 782 000	€3 982 000	€5 782 000
Molino de Martillos	€2 848 000	€4 148 000	€4 248 000
Empacadora	€3 900 000	€4 200 000	€5 900 000
Mesa de trabajo	€281 665	€281 665	€563 331
Coche de acero	€330 000	€330 000	€660 000
Carretilla de carga	€237 054	€237 054	€237 054
Total Maquinaria de Trabajo	€24 415 719	€35 416 719	€44 628 385

Como se muestra anteriormente, el desembolso en máquinas varía en cada escenario en montos cercanos a 10 millones de colones, esto en respuesta al porcentaje de la demanda que se pretende captar, siendo los valores iniciales 1 %, 2,5 % y 4 % respectivamente por lo que las capacidades de procesamiento son diferentes, respetando siempre que la tecnología que incorporan, es la que se planteó en apartados anteriores.

La compra en cada caso implica uno de los desembolsos más importantes, sin embargo, permitirá dadas sus características suplir el crecimiento en la demanda para cada escenario en un horizonte temporal de cinco años.

4.5.1.3 Inversión pre-operativa

Este rubro incluye aspectos necesarios para iniciar la operación en regla (permisos y patentes), poner a punto la nave industrial, dejar instalada debidamente la maquinaria además de la campaña publicitaria para el lanzamiento inicial del producto. Primeramente, se expone la inversión a nivel de infraestructura, aspectos como adecuación de pisos y superficies que ayudaran en temas de inocuidad, por ejemplo, bordes redondeados y pisos lavables entre otros.

Adicional se proyectan fondos para las conexiones eléctricas de la maquinaria y renovación de componentes de la red de la edificación, si fuesen necesario; además los menesteres para adecuar el espacio interno al flujo productivo deseado, separación de las áreas de trabajo, demarcación de rutas de evacuación y en general lo requerido en seguridad ocupacional (incluyendo extintores, luces de emergencias, botiquín entre otros). El detalle se aprecia en la Tabla 84.

Tabla 84. Adecuaciones a nave industrial

Adecuación de nave industrial	
Detalle	Precio m2
Superficies	€2 631 888
Instalación eléctrica	€2 355 000
Otras adecuaciones a nave industrial	€3 669 375
Capacitación	€208 000
Total	€8 864 263

Dado que la localización de la planta de producción debe ser en la Uruca, sin importar el escenario y considerando la incertidumbre sobre el estado de las edificaciones, se procede a disponer del mismo fondo para realizar las adecuaciones a la nave industrial en cuestión.

En la Tabla 85 muestran dos rubros, que corresponden a impuestos por la importación de la maquinaria e instalación, la cual es ofrecida por la compañía que además dará el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, destacar que se tienen los tres panoramas debido a que el desembolso para instalación e impuesto por cada maquinaria va fluctuar según su precio inicial, cómo se expuso anteriormente dependiendo de la capacidad de procesamiento de las mismas.

Tabla 85. Costos de importación e instalación

Costos relacionados a impuestos e instalación de maquinaria			
Detalle	Escenario Pesimista	Escenario Esperado	Escenario Optimista
Máquinas de secado	€1 825 180	€3 113 320	€3 813 320
Máquinas de molienda	€928 200	€1 138 200	€1 404 200
Máquina empacadora	€546 000	€588 000	€826 000
Total	€3 299 380	€4 839 520	€6 043 520

La bodega de materia prima necesita estar bajo condiciones de humedad y temperatura controlada, razón por la cual se debe acondicionar como cuarto frío, seguidamente, en la Tabla 86, se enlistan los equipos, materiales y mano de obra requerida para transformar un espacio normal en uno con ambiente controlado.

Tabla 86. Inversión cuarto frío

Inversión en cuarto frío			
Detalle	Costo asociado		
	Escenario pesimista	Escenario esperado	Escenario optimista
Equipo cuarto frío	€4 703 900	€6 003 900	€6 003 900
Panelería	€1 064 272	€1 464 272	€1 464 272
Accesorios de instalación	€756 324	€756 324	€756 324
Puertas	€888 540	€1 177 080	€1 177 080
Mano de obra	€2 425 040	€2 425 040	€2 425 040
Total de cuarto frío	€9 838 076	€11 826 616	€11 826 616

La inversión en este espacio, responde a la necesidad de tener un área para el almacenamiento de la materia prima, el desembolso fluctúa en concordancia al equipo de refrigeración el cual a su vez está en función de la cantidad de producto a enfriar, además de otras variaciones en panelería

y las puertas que requiere la bodega, cada planteamiento tiene la asesoría de la empresa constructora que en este caso se trata de Refritec S.A.

Por último (en Tabla 87), en la inversión pre-operativa se detallan los montos correspondientes tanto a la campaña publicitaria de lanzamiento del producto y de la marca, como los relacionados con patentes y permisos para la apertura en regla de la empresa. En para el evento de lanzamiento los fondos son destinados a actividades como visitas a clientes, a realización de productos mínimos viables, además, de otras dinámicas dedicadas a captar el interés de empresas que manufacturan productos en el sector en Costa Rica.

Por su parte permisos y registros se refiere a aspectos como patentes municipales, registro sanitario, permiso sanitario, registro de marca, pólizas, entre otros trámites ante las autoridades competentes por ser un producto alimenticio. En ambos casos el monto destinado no está supeditado al escenario, ya que, para fines prácticos se busca en cualquier caso generar un interés genuino en los posibles clientes y tener en regla la inscripción del emprendimiento.

Tabla 87. Campaña de lanzamiento y gastos de patentes

Inversión tramites y lanzamiento	
Campaña de lanzamiento	₡ 2 733 714
Total de Patente y Registro	₡ 558 860

4.5.1.4 Capital de trabajo

Se trata de determinar los recursos necesarios para poner en funcionamiento el emprendimiento, en este sentido, el capital de trabajo necesario para poner en marcha el proyecto implica rubros como salarios, cargas sociales, servicios y materiales; los cuales se especifican en la Tabla 88.

Tabla 88. Capital de Trabajo

Capital de Trabajo	
Detalle	Monto
Salarios	₡ 10 807 604
Cargas sociales	₡ 4 720 761
Alquiler	₡ 3 692 082
Servicios básicos	₡ 5 067 170
Materiales auxiliares	₡ 2 048 159
Total de capital de trabajo	₡ 26 335 777

Estos recursos aseguran el funcionamiento de la empresa en el corto plazo, al cubrir las necesidades básicas, por lo tanto, deben estar disponibles antes del inicio de operaciones. El monto es independiente del escenario estudiado puesto que, se inicia con la misma cantidad de empleados, el alquiler es basado en precios promedio de la zona y los materiales auxiliares los proveedores requieren pedidos mínimos para ejecutar la venta (bobinas de material).

4.5.1.5 Inventario de materia prima

Como elemento aparte por ser un monto sumamente significativo en la inversión inicial, se detalla la materia prima (Tabla 89), donde se incluye el brote de lenteja, gas para el funcionamiento

de los secadores y las diferentes etiquetas. El precio de la lenteja germinada es alto debido en gran parte a las características requeridas de inocuidad, calidad y la transformación en brote que se espera obtener junto con los certificados correspondientes.

Tabla 89. Materia prima

Inversión en inventario inicial MP		
Escenario pesimista	Escenario esperado	Escenario optimista
₡ 32 336 340	₡ 62 036 048	₡ 98 777 670

Además, mencionar que el dinero dispuesto es suficiente para cubrir en cada escenario la compra por tres meses de la materia prima, por lo que la liquidez y la operación de la empresa no se verá comprometida en el corto plazo al iniciar el emprendimiento, siendo que es práctica habitual en la industria clientes que pagan hasta con 90 días crédito.

A manera de resumen en total con todos los insumos, maquinaria y equipos descritos se proyecta a continuación la inversión inicial requerida para abrir y poner en marcha la planta para producir la harina de lenteja germinada, en cada escenario evaluado.

Para el escenario pesimista es de 116,6 millones de colones aproximadamente, para el esperado es de 160 millones de colones y para el optimista asciende a 208 millones de colones aproximadamente (Tabla 90). En todos los casos se considera que el 80 % se obtendrá mediante la gestión de un préstamo bancario, bajo las condiciones de PYMES y apelando al Sistema de Banca para el Desarrollo y el restante del 20 % será aportado por los socios inversores.

Tabla 90. Inversión inicial

Detalle	Inversión inicial		
			Monto asociado
Capital de Trabajo	₡26 335 777	₡26 335 777	₡26 335 777
Materias Primas	₡32 336 340	₡62 036 048	₡98 777 670
Publicidad y Mercadeo	₡2 733 714	₡2 733 714	₡2 733 714
Total de Patente y Registro	₡558 860	₡558 860	₡558 860
Maquinaria de trabajo	₡24 415 719	₡35 416 719	₡44 628 385
Impuestos e instalación de maquinaria	₡3 299 380	₡4 839 520	₡6 043 520
Total Mobiliario y Equipo de Oficina	₡8 259 697	₡8 259 697	₡8 259 697
Adecuación de Nave Industrial	₡8 864 638	₡8 864 263	₡8 864 638
Cuarto frío	₡9 838 076	₡11 826 616	₡11 826 616
Total de inversión	₡116 642 201	₡160 954 020	₡208 028 877

4.5.2 Gastos operativos

Son aquellos en los cuales la empresa incurre para mantener la actividad diaria de producción, estos incorporan los salarios, el alquiler de locales, suministros de limpieza y servicios (B. Ruiz, 2010), los cuales se detallan seguidamente.

4.5.2.1 Mano de obra

A continuación, en la Tabla 90, se presenta el conjunto de montos destinados para la mano de obra de operarios y personal administrativo (incluyendo cargas sociales) que ejecutara labores de manera cotidiana en la organización. El grueso del grupo corresponde a operarios calificados para el proceso productivo y la fuerza de ventas, mientras que las jefaturas y gerencia son pocas dada la naturaleza de PYME.

Tabla 91. Costo del personal

Mano de Obra			
Rubro	Cantidad	Costo Mensual	Costo anual
Personal administrativo	2	€1 912 367	€45 896 819
Personal operativo	6	€2 410 674	€28 928 089
Fuerza de ventas	1	€553 125	€6 637 500
Sub total	9	€4 876 167	€81 462 408
Cargas sociales		€1 888 305	€117 027 998
Total		€9 752 333	€162 924 817

En un planteamiento inicial se establece que se iniciara con el mínimo requerido de personal para operar las unidades de producción y administración del emprendimiento, sin embargo, conforme pasen los años en cada escenario los requerimientos de personal van a variar, esto teniendo en consideración que la cantidad de producto a procesar aumentará y que los clientes también lo harán. Dicho esto, las áreas que crecerán más significativamente son operaciones y la fuerza de ventas para dar soporte al aumento de clientes y por consiguiente al aumento en la cantidad de producto a procesar en cada estación de trabajo.

El detalle de mano de obra se muestra seguidamente en la Tabla 92.

Tabla 92. Plan de contratación de personal

Plan de contratación de personal			
Año	Escenario pesimista	Escenario esperado	Escenario optimista
1	9 colaboradores	9 colaboradores	9 colaboradores
3	12 colaboradores	15 colaboradores	17 colaboradores
5	15 colaboradores	17 colaboradores	19 colaboradores

4.5.2.2 Servicios

En cuanto a los servicios, se incluyen los convencionales de agua, electricidad, internet y alquiler, los cuales se complementan con los subcontratados, como el mantenimiento de maquinaria, control de plagas, seguridad y vigilancia los cuales se muestran a continuación en la Tabla 93, en un planteamiento base es decir el escenario esperado.

Tabla 93. Servicios

Servicios			
Rubro	Monto mensual	Costo anual	
Electricidad-Agua	€845 785	€10 149 420	
Requerimientos de oficina	€ 40 000	€ 480 000	
Teléfono /Internet	€ 72 000	€ 864 000	
Control de plagas (subcontratado)	€ 74 500	€ 894 000	
Seguridad (vigilancia)	€ 932 269	€ 11 187 234	
Mantenimiento preventivo (subcontratado)	€ 499 800	€ 5 997 600	
Transporte (subcontratado)	€ 2 642 815	€ 31 713 786	
Publicidad	€ 911 237	€ 10 934 854	
Alquiler de nave industrial	€ 1 846 041	€ 22 152 493	
Total	€7 864 449	€94 373 388	

Los gastos por factura energética se han proyectado de acuerdo al consumo kWh, información que es tomada de las fichas técnicas de cada equipo, los gastos por vigilancia consisten en el pago a una compañía de seguridad por el monitoreo interno mediante un circuito cerrado.

Los servicios que más peso tienen son el transporte y el alquiler de la nave industrial por diferentes razones, en cuanto al alquiler la ubicación de las instalaciones es fundamental por los beneficios que implica la zona (Uruca), los cuales fueron expuestas en el apartado de macro y micro localización, importante destacar la cercanía a clientes principales y acceso a servicios (electricidad y agua).

En cuanto a la tercerización de la distribución, se sopesan elementos como que el corazón del proyecto es el proceso productivo y no los servicios de apoyo, que los gastos de compra, mantenimiento y mano de obra para la flota de producción son significativos, además de que el subcontratar el servicio permite escalar los gastos relacionados, es decir si se necesita mover más producto se contrata de acuerdo a la necesidad, por estas razones se decide tercerizar.

4.5.2.3 Depreciaciones

Se aplica el criterio de depreciación en línea recta, el cual es el método aceptado por los entes reguladores en Costa Rica, siendo la vida útil de los activos a depreciar consultada en el Ministerio de Hacienda, por lo que para la maquinaria industrial se estima una vida útil de 10 años y; para el mobiliario y equipo de oficina una media de cinco años.

El valor de rescate o residual al finalizar el horizonte evaluativo del proyecto, se considera igual al valor en libros, siendo la maquinaria industrial la que aun presenta valor, por su vida útil y teniendo en cuenta el mantenimiento constante al cual sería sometida.

Seguidamente, en la Tabla 94, se aprecia el detalle de la depreciación y el valor de rescate mencionado para el escenario esperado, a manera de ejemplo, el cálculo se realiza sin embargo para cada valor de maquinaria que se ha desglosado anteriormente, incluyendo las máquinas para el proceso productivo y el equipo de refrigerado para la bodega de producto terminado.

Tabla 94. Depreciación de maquinaria

Partida	Vida Útil	Costo	Depreciación Anual	Valor en Libros	Valor de Recuperación
Mobiliario y Equipo	5	€8 259 697	€1 651 939	€0,0	€0,00
Maquinaria de Trabajo	10	€44 061 971	€4 406 197	€22 030 985	€46 238 768
Total		€52 321 668	€6 058 137	€22 030 985	€22 030 985

El valor de desecho o residual de las máquinas y equipos se calculó utilizando la siguiente fórmula contable

$$\sum_{i=1}^n I - \left(\frac{I}{n} \cdot t\right)$$

Dónde:

l: Inversión en activos

n: Número de años a depreciar el activo

t: Número de años ya depreciados del activo al momento de hacer el cálculo del valor de desecho

4.5.2.4 Amortización e intereses

El proyecto va a apoyarse en un préstamo o apalancamiento para iniciar operaciones como se ha menciona en reiteradas ocasiones, se solicitará el 80 % de la inversión inicial, y para fines académicos se considera al grupo de trabajo en calidad de inversionistas los cuales aportarán el 20 % de los recursos restantes Para definir la entidad social en el emprendimiento se realiza una búsqueda de instituciones tanto públicas como privadas, con especial interés en la denominada Sistema Banca para el Desarrollo (SBD), la cual opera en alianzas como banca de segundo piso, la cual ofrece condiciones especiales para PYMES. Propiamente se analizan opciones de apalancamiento como BN Pymes, MiPymes BCR, Mucap PYME y BAC pymes entre otras que se muestran en la Tabla 95.

Tabla 95. Opciones de financiamiento

Institución	Categoría	Moneda	Rango de tasa de interés (%)		Tasa promedio (%)
SBD	Público	Colones	6	10	8
Banco Nacional	Público	Colones	7,25	13,25	10,25
Banco de Costa Rica	Público	Colones	11	12	11,5
Banco Popular	Público	Colones	10	12	11
Lafise	Privado	Dólares	11	16	13,5
		Colones	15	15	15
Scotiabank	Privado	Dólares	14	14	14
		Colones	13	14	13,5
Mucap Pymes	Público	Colones	12	13,5	12,75
BAC Credomatic	Privado	Colones	11	11	11

Son de especial interés las condiciones de instituciones públicas como Banco Popular y el Banco Nacional, las cuales son incluidas en el análisis financiero del presente proyecto, aunque como línea base se muestran los datos para el Banco Nacional, con los tres escenarios de inversión que ya se detallaron, al ofrecer mejores condiciones en cuanto al financiamiento con una tasa de interés de 10,25 % (Tabla 96), mientras que las del Banco Popular se fija en 11 %.

Tabla 96. Financiamiento Banco Nacional

Detalle	Entidad a financiar el proyecto		Banco Nacional
	Escenario Pesimista	Escenario Esperado	Escenario Optimista
Principal	₡ 93 313 761	₡ 128 763 217	₡ 167 014 757
Interés	10,25 %	10,25 %	10,25 %
Periodos	60	60	60
Mensualidad	₡ 1 994 140	₡ 2 751 704	₡ 3 569 149
Total a pagar	₡ 119 648 381	₡ 165 102 235	₡ 214 148 966
Intereses	₡ 26 334 620	₡ 36 339 018	₡ 47 134 208

Bajo las condiciones anteriormente mencionadas, se tiene que los montos a cancelar por los conceptos de intereses y amortización al principal de manera anual, en cada escenario estudiado con el ente financiero con condiciones más favorables son las siguientes (Tabla 97).

Tabla 97. Pago de deuda Banco Nacional

Año	Escenario pesimista		Escenario esperado		Escenario optimista	
	Interés	Amortización	Interés	Amortización	Interés	Amortización
1	€8 870 215	€15 059 461	€12 239 968	€20 780 479	€15 876 081	€26 953 712
2	€7 251 998	€16 677 678	€10 006 998	€23 013 449	€12 979 766	€29 850 027
3	€5 459 896	€18 469 780	€7 534 085	€25 486 362	€9 772 227	€33 057 566
4	€3 475 223	€20 454 453	€4 795 444	€28 225 003	€6 220 022	€36 609 772
5	€1 277 287	€22 652 389	€1 762 523	€31 257 924	€2 286 113	€40 543 680

Importante mencionar que los intereses de dicho préstamo son utilizados como escudo fiscal al ser descontados antes del pago de impuestos sobre la renta.

4.5.3 Costos Variables

Los costos variables son aquellos que se modifican en función de las variaciones en el volumen de producción de la planta; pueden ser tanto bienes como servicios (Walsh, 2008) En el presente proyecto, la estructura de costos variables está compuesta principalmente por la materia prima y otros insumos necesarios para completar la entrega del producto conforme.

A continuación, se realiza un desglose más detallado de las variaciones que cada escenario incorpora, con la finalidad de comprender mejor las variaciones en los ingresos que se perciben en cada planteamiento evaluado. La captación de mercado hace referencia a cuanto porcentaje de la demanda global, la empresa será capaz de satisfacer, el mercado potencial que fue presentado con anterioridad se basa en datos de la empresa Euromonitor, los cuales a su vez han sido validados con fuentes locales, como PROCOMER, MEIC y Cámara Costarricense de la Industria Alimentaria (CACIA) para la categoría conocida como Salud y Bienestar.

Habiendo dicho lo anterior, se plantea para la escena pesimista el llegar a captar apenas el 1 % en el año uno de la demanda global, por su parte en el panorama esperado se inicia con la captación del 2,5 % y para el planteamiento optimista una captación del 4 %. Como es de esperarse los clientes pueden aumentar de un año a otro, por lo que para el estudio financiero se incorpora esa posibilidad, con esto en mente y teniendo en cuenta el crecimiento anual se proyecta llegar a captar en el panorama pesimista a un 2,7 % del mercado, para el esperado un 4,3 % y para el optimista un 7,2 % en el año cinco del horizonte temporal evaluado.

Para lograr traducir de alguna manera los porcentajes de demanda en cantidad de clientes y poder tener mayor claridad al respecto, es de interés en primera instancia categorizar los posibles clientes de la esfera local. Según datos de PROCOMER en Costa Rica hay más de 254 empresas en el sector, siendo el 80 % pequeñas empresas, las cuales según un análisis realizado en conjunto con el departamento de mercadeo de la empresa Golden Harvest de Costa Rica S.A, difícilmente se aventurarían a comprar más de 100 saco mensuales, utilizando el producto como materia prima primaria y secundaria en nuevos productos, por lo que para estos potenciales primeros clientes será ese el número máximo de producto a comprar en el primer año.

Ventas mensuales

Los clientes medianos con una mayor capacidad de producción, dentro de los cuales se encuentra la empresa citada, BioLand y Alimentos Jack's de Centroamérica entre otros, se estima que 200 sacos mensuales serían una cantidad viable, para lanzar desarrollos con la materia prima propuesta. Por su parte clientes grandes del tamaño de Pozuelo S.A o Bimbo tendrían la capacidad de comprar más de 300 sacos mensuales para desarrollar y lanzar nuevos productos. En la Tabla 98 se muestra la información de manera resumida.

Tabla 98. Variaciones en la captación de mercado

Fuente de variación	Pesimista		Esperado		Optimista	
	Año 1	Año 5	Año 1	Año 5	Año 1	Año 5
Aumento en captación de mercado	1,00 %	2,70 %	2,50 %	4,30 %	4,00 %	7,20 %
Cantidad de potenciales clientes	2	5	4	7	5	9
Descripción potencial de clientes	Medianos	2 medianos, 1 grande y 1 pequeño	2 medianos, 1 grande, 1 pequeño	3 medianos, 1 grande, 2 pequeños	2 medianos, 1 grande, 1 pequeño	3 medianos, 2 grandes, 4 pequeños

En el tema de costos directos e indirectos, se considera como factor de interés las variaciones en la inflación, esto porque es una media del aumento generalizado en precios de servicios e insumos (Banco Central de Costa Rica, 2019). Se fija un valor nominal de 3 %, teniendo en consideración las políticas de Banco Central de Costa Rica con oscilación de ± 1 % entre cada escenario, teniendo como referencia los valores históricos y las proyecciones de la institución para el periodo considerado.

Otro rubro que podría impactar significativamente la operación de la empresa, son los aumentos en los salarios del personal y las cargas sociales asociadas, puesto que implican el 55 % del total de los gastos operativos de la empresa. Para las estimaciones se toma como referencia los aumentos históricos del sector privado del país en los últimos años, siendo la referencia un valor del 3 %, el cual incluso es el acordado para el año en curso y sus variaciones para cada panorama se fijan en ± 1 %. Además de los aumentos anuales en el tema de salarios, como se planteó en el apartado de Mano de Obra, se proyecta contratar personal en los años 3 y 5 en cada escenario, siendo contratados en el pesimista 3 colaboradores en esos periodos, mientras que en el esperado se contratan 5 empleados y para el optimista se llega a contratar 9 personas en cada uno de los años mencionados.

Para el crecimiento del mercado, se toma como punto de partida las proyecciones para el sector de alimentos, en los siguientes cinco periodos, con variaciones incorporadas teniendo en consideración el crecimiento global de la economía costarricense, por lo que se decide hacer modificaciones a la baja, vinculando más el crecimiento al de la economía de Costa Rica.

Se presenta, en la Tabla 99, un resumen del cambio en determinados parámetros que afectan cada escenario.

Tabla 99. Escenarios del Proyecto

Fuente de variación	Pesimista		Esperado		Optimista	
	Año 1	Año 5	Año 1	Año 5	Año 1	Año 5
Crecimiento del mercado	Crece 2 %		Crece 3 %		Crece 5 %	
Aumento en salarios	Aumentan 4 %		Aumentan 3 %		Aumentan 2 %	
Aumento de Mano de Obra	9	16	9	17	9	19
Inflación	Aumenta 4 %		Aumenta 3 %		aumenta 3 %	

4.5.3.1 Materia prima e insumos

La materia prima fundamental utilizada para la elaboración de harina de lenteja germinada corresponde al brote de lenteja, adicional se requiere bobinas de Papel tipo Kraft y etiquetas, además de otros insumos para el proceso de producción con costos escalables a la cantidad de producto a procesar como el gas licuado. Las cantidades necesarias de cada uno se han calculado de acuerdo a la demanda potencial y según las condiciones antes mencionadas, pese a esto los costos bases o de partida son los mismos y se muestran en la Tabla 100.

Tabla 100. Costos variables bases

Insumo	Costo
Lentejas en brote	₡ 850
Gas licuado	₡ 219
Empaque	₡ 240
Etiqueta	₡ 70

Los costos variables relacionados a la venta de producto por años, se muestran en la Tabla 101, creciendo los mismos cada periodo siguiendo la lógica ya explicada.

Tabla 101. Costos variables por periodo

Año	Costos mensuales		
	Escenario pesimista	Escenario probable	Escenario optimista
2020	₡16 913 066	₡42 693 371	₡66 325 744
2021	₡19 524 484	₡49 683 089	₡79 223 002
2022	₡24 372 905	₡59 867 153	₡97 076 426
2023	₡33 455 904	₡81 370 865	₡133 921 761
2024	₡48 699.606	₡110 588 844	₡186 148 933

4.5.3.2 Ingresos por ventas

Los ingresos que se presentan en la Tabla 102, constituyen las entradas de dinero que obtiene el proyecto por la venta del producto que se comercializa con el nombre de harina de lenteja germinada, resultado del cálculo de la cantidad producida por el precio de venta correspondiente.

Tabla 102 Ventas proyectadas

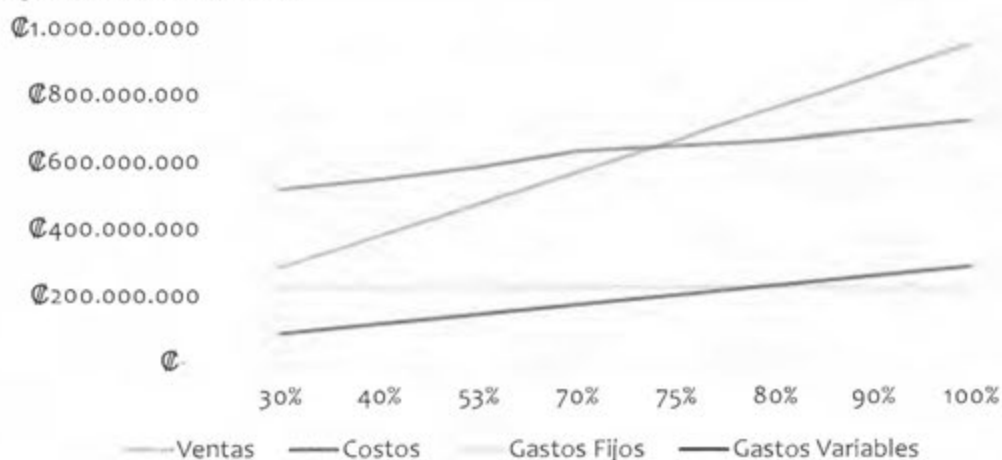
Año	Ventas mensuales		
	Escenario pesimista	Escenario probable	Escenario optimista
2020	€35 754 991	€78 660 980	€114 415 971
2021	€40 056 688	€91 921 791	€148 573 898
2022	€53 699 669	€103 783 238	€163 803 306
2023	€70 905 081	€121 899 785	€183 615 470
2024	€94 355 113	€135 214 993	€208 711 770

4.5.3.3 Punto de equilibrio

El análisis del Punto de Equilibrio permite determinar, a través de la relación entre costos fijos, variables e ingresos por ventas, la cantidad mínima de unidades (y el monto en dinero correspondiente a las mismas) necesarias para no incurrir en pérdidas, pero tampoco obtener beneficios. Es decir que los ingresos se igualan a los costos totales, pudiendo cubrirse los mismos (Benedicto, 2009).

A continuación, se presenta el análisis del punto de equilibrio en dinero y unidades para cada escenario, sin embargo, por fines prácticos a manera visual solo se representa el de la línea base, es decir el escenario considerado esperado (Figura 78).

Figura 78 Punto de Equilibrio



Como se aprecia en el gráfico anterior, este punto se obtiene con un volumen de ventas del 72 % aproximadamente respecto al total proyectado. Es importante mencionar que bajo este supuesto se considera apalancamiento cero, es decir no se consideran obligaciones como por ejemplo los pagos por el préstamo.

Para entender mejor el panorama a continuación se muestra la Tabla 103, en términos de dinero y de venta de unidades este punto. Para el primer panorama se necesitan vender 238 unidades mensuales, para el esperado 435 y para el optimista 617 sacos mensuales.

Tabla 103. Puntos de equilibrio

Detalle	Ventas mensuales		
	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Punto de equilibrio	86,67%	72,17%	70,3%
Ventas mensuales	€30 988 861	€56 769.166	€80 401 539
Unidades vendidas	238	435	617

A medida que las condiciones desmejoran para la empresa, más unidades deberá vender del total proyectado con el propósito de mantenerse a flote y por consiguiente el margen de ganancia se estrecha.

4.5.4 Flujos de Efectivo

Mediante los flujos de efectivo es posible presentar los ingresos y egresos de una empresa, de forma tal que permita a sus inversores, acreedores y terceras partes interesadas, evaluar si la empresa en un horizonte temporal dado, es capaz generar una riqueza tal que le haga posible atender sus obligaciones operativas, cubrir deudas y generar réditos para los inversionistas (Manus, 1995). En la Tabla 104 se muestra el flujo de efectivo utilizando como ente acreedor el Banco Nacional y bajo las condiciones del escenario esperado a manera de ejemplo, como elementos relevantes mencionar que en el último año se contabiliza la recuperación del valor residual de la maquinaria además del capital de trabajo requerido en año cero del proyecto.

Tabla 104. Flujo de efectivo

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	2020	2021	2022	2023	2024
Ventas	€943 931 763	€1 103 061 496	€1 245 398 854	€1 462 797 426	€1 622 579 914
Costo de la mercadería vendida	€512 320 451	€606 719 342	€699 927 155	€821 924 377	€1 015 676 396
Utilidad bruta	€431 611 312	€496 342 154	€545 471 699	€640 873 048	€606 903 518
Gastos operativos	€283 737 474	€305 066 806	€324 735 329	€408 867 909	€409 583 171
Utilidad operativa	€147 873 838	€191 275 349	€220 736 371	€232 005 140	€197 320 346
Gastos por intereses	€12 239 968	€10 006 998	€7 534 085	€4 795 444	€1 762 523
Gasto por depreciación	€6 058 137	€6 058 137	€6 058 137	€6 058 137	€6 058 137
Utilidad antes de impuestos	€129 575 734	€175 210 214	€207 144 149	€221 151 559	€189 499 687
Impuesto sobre la renta	€38 872 720	€52 563 064	€62 143 245	€66 345 468	€56 849 906
Utilidad después de impuestos	€90 703 014	€122 647 150	€145 000 904	€154 806 091	€132 649 781
Recuperación de capital de trabajo	-	-	-	-	€26 335 777
Valor de recuperación de equipos	-	-	-	-	€22 030 986
Depreciación	€6 058 137	€6 058 137	€6 058 137	€6 058 137	€6 058 137
Amortización	€20 780 479	€23 013 449	€25 486 362	€28 225 003	€31 257 924
Inversión	-	-	-	-	-
Flujo neto de efectivo	€75 980 671	€105 691 837	€125 572 679	€132 639 225	€155 816 756

4.5.4.1 Tasa de descuento

La tasa de descuento es el tipo de interés que permite traer el dinero del futuro a dinero del presente, con el fin de lograr evaluar apropiadamente los flujos de caja, pudiendo representarse la equivalencia de diferentes sumas de dinero en períodos de tiempo distintos (Benedicto, 2009) En el caso particular del proyecto se tienen dos fuentes de fondos distintos con requerimientos diferentes.

1. **Recursos propios:** las aportaciones de los socios inversores (capital)
2. **Apalancamiento:** las aportaciones de los acreedores (préstamo bancario)

Para los recursos propios inversión se exige al menos un costo por oportunidad que como mínimo iguale rentabilidad en otra inversión con una duración similar, como puede ser un plazo fijo, un depósito bancario, bonos del estado.

Para el recurso propio se utiliza el Modelo de Valuación de Activos de Capital (CAPM, capital asset pricing model), el cual para su cálculo utilizan tres variables principales, que son la tasa libre de riesgo, el coeficiente Beta y la prima de riesgo esperada de mercado (García, 2008) La fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$R_p = R_f + \beta(R_m - R_f)$$

Donde:

R_p = Rendimiento sobre el patrimonio

R_m = Rendimiento de mercado

R_f = Tasa libre de riesgo

β = Es el coeficiente de riesgo de la industria asociada al proyecto

Para el rendimiento de mercado se realiza una búsqueda de los instrumentos financieros antes expuestos en bancos públicos, privados y cooperativas y se aprecia que en Costa Rica las tasas van desde los 6 % hasta valores cercanos al 10 % para un depósito a plazo de 60 meses, por lo que como referencia se utiliza el valor de 10 %.

En cuanto a la Tasa libre de riesgo, en este caso que se busca evaluar un flujo de caja de cinco años, una letra del Tesoro a tres meses emitida por el Gobierno de Estados Unidos no constituye un valor apropiado para ser utilizado, por la disparidad en los plazos entre la emisión de Bonos del Tesoro y el horizonte temporal del proyecto (tres meses contra cinco años) (García Pacheco & Siles Guzmán, 2014).

Ante esta situación una alternativa válida es utilizar los Bonos Soberanos Costarricenses junto con instrumentos de Credit Default Swaps (CDS), el cual es básicamente un mercado en el cual un inversionista puede pagar para obtener cobertura contra el riesgo de incumplimiento, esto porque los bonos costarricenses no son de calificación AAA como los del Tesoro Estados Unidos de América (García Pacheco & Siles Guzmán, 2014), esto hace que tengan un riesgo implícito que se puede cubrir en alguna medida utilizando estos seguros por incumplimiento, con esta información se fija dicha tasa en 5,5 %.

Por último, el coeficiente de riesgo de la industria (β), se tomará como referencia la industria alimenticia a nivel internacional siendo el valor promedio 0,7 de beta no apalancada, dicho valor es

tomado del sitio web del profesor de Stern School of Business at New York University, Aswath Damodaran, persona reconocida en el mundo de las finanzas mantener la base datos de betas actualizada, y siendo usada esta información como referencia a nivel internacional.

En cuanto al financiamiento del ente bancario como se expone en el apartado de amortizaciones e intereses, se fija en 10,25 % la tasa nominal como referencia en Banco Nacional.

Expuesto lo anterior se procede a calcular el coste medio ponderado entre los recursos propios y los recursos ajenos utilizando el modelo del costo del capital promedio ponderado conocido como WACC (weighted average cost of capital) (García, 2008).

La fórmula completa utilizando el modelo WACC se muestra a continuación

$$WACC = (\% \text{ de recursos propios}) * R_p + (\% \text{ del préstamo}) * R_f$$

El detalle se muestra seguidamente en la Tabla 105, en el escenario esperado utilizando al Banco Nacional como referencia en cuanto a la tasa de interés.

Tabla 105. Tasa de descuento

Costo de capital	Monto	Porcentaje	Tasa	Neto	Ponderado
Financiamiento	€128 763 216	80 %	10,25 %	10,25%	8,20%
Recurso propio	€32 190 804	20 %	10,00 %	9,42%	1,88%
Total	€160 954 020	100 %			10,08%

Con la tasa de descuento la cual queda en 10,08% luego de aplicar la formula mencionada, ya es posible calcular las ratios evaluativas del proyecto de VAN y TIR.

4.5.4.2 VAN, TIR E Índice de Deseabilidad

El Valor Actual Neto, es una medida que permite presentar de los flujos de efectivo netos de una propuesta, es decir traduce ingresos y egresos a su valor equivalente en el período o (Mete, 2014) Con los flujos de caja obtenidos y empleando la tasa de descuento expuesta, se puede determinarse el VAN correspondiente a los horizontes analizados.

A nivel general se tiene que, si el Valor Actual Neto de un proyecto es mayor o igual a cero, el proyecto se acepta, puesto que ese valor es indicativo que se genera riqueza por encima de otras opciones que son asociadas a la tasa de descuento, por el contrario, en caso que el valor de esta ratio sea negativo se rechaza.

Para el caso de proyectos mutuamente excluyentes, donde debo optar por uno u otro, debe elegirse el que presente el VAN mayor, VAN negativo no implica necesariamente que no se estén obteniendo beneficios, sino que evidencia que los beneficios no alcanzan para cubrir las expectativas del proyecto.

La fórmula con la cual se calcula este indicador es la siguiente

$$VAN = -I + \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1 + K)^t}$$

Donde

I: Inversión inicial

t: Periodos u horizonte temporal

Qt: Flujos de efectivo

K: Tasa de descuento del proyecto

La TIR es otro criterio utilizado para la toma de decisiones sobre los proyectos de inversión y financiamiento, en el cual la tasa de descuento utilizada iguala el valor presente de los ingresos del proyecto con el valor presente de los egresos (Mete, 2014) En otras palabras, mide el rendimiento del dinero invertido en el proyecto, y no depende de otra cosa que no sean los flujos de efectivo del mismo.

Para los criterios de aceptación y análisis si la TIR es mayor a la tasa de expectativa, el proyecto es financieramente atractivo ya que sus ingresos cubren los egresos y generan beneficios adicionales por encima de la expectativa o alternativa (Mete, 2014) Por su parte si la TIR es menor a la tasa de expectativa, el proyecto no es financieramente atractivo ya que hay alternativas de inversión que pueden generar mejores resultados.

La fórmula bajo la cual se calcula dicho indicador se muestra seguidamente

$$0 = -I + \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+r)^t}$$

Donde

I: Inversión inicial

t: Periodos u horizonte temporal

Qt: Flujos de efectivo

r: Tasa de descuento del proyecto

Por último, el índice de deseabilidad del proyecto, puesto que permite expresa la rentabilidad en términos porcentuales o unitarios, midiendo su contribución de acuerdo con la inversión (Benedicto, 2009) Conviene utilizarlo cuando se tienen varias opciones o escenarios para seleccionar el más favorable de manera rápida (B. Ruiz, 2010).

La fórmula para su cálculo se muestra seguidamente

$$ID = \frac{VAN}{Inversión\ Inicial}$$

La Tabla 106 muestra la información consolidada de los tres indicadores propuestos, en cada uno de los tres escenarios posibles, considerando al Banco Nacional y Banco Popular.

Tabla 106. Ratios evaluativos del proyecto

Entidad Bancaria	Análisis del proyecto			
	Banco Nacional		Banco Popular	
Escenario	Pesimista			
Rubros	Proyecto	Recurso propio	Proyecto	Recurso propio
VAN	€117 533 837	€143 655 754	€111 225 936	€137 164 147
TIR	31,42%	57,19%	31,20%	55,82%
ID	2,01	6,16	1,95	5,88
Escenario	Probable			
Rubros	Proyecto	Recurso propio	Proyecto	Recurso propio
VAN	€276 122 786	€312 168 296	€267 298 779	€303 090 794
TIR	57,37%	175,06%	57,15%	172,68%
ID	2,72	9,70	2,66	9,42
Escenario	Optimista			
Rubros	Proyecto	Recurso propio	Proyecto	Recurso propio
VAN	€703 156 158	€749 909 667,12	€686 118 013	€732 542 721
TIR	96,60%	348,43%	96,40%	345,85%
ID	4,37	17,96	4,29	17,54

Para todos los casos analizados el VAN es positivo y superior a cero, lo que quiere decir que, bajo las condiciones dadas, el proyecto genera riqueza. Por su parte en lo referente a TIR, indica que es viable la inversión en este emprendimiento, dado que, los valores son superiores a la tasa a la cual se obtiene el apalancamiento y a la expectativa colocada por los inversionistas (10 %).

Si se simplifica el análisis con el rubro de Índice de Deseabilidad, el escenario ganador es el optimista con valores cercanos al 5,3, lo cual es altamente favorable, sin embargo, en todos los esquemas resultan positivos, con valores superiores a 1, punto a partir el cual según la teoría un proyecto es deseable (Mete, 2014).

4.6 Conclusiones de validación

- La harina de lenteja germinada desarrollada es una materia prima rica nutricionalmente y así se comprueba en los análisis de laboratorio realizados, teniendo valores particularmente atractivos en proteína, calcio, sodio, entre otros. Además, sale bien posicionada al ser comparada con la oferta que se encuentra en el mercado actual.
- Se determina por medio de una entrevista a un potencial cliente que la comercialización de la harina de lenteja germinada es viable, ya que, se puede utilizar para la formulación de productos tanto salados como dulces, y puede ser utilizado como una materia prima primaria o secundaria.
- Se logra cumplir con cada uno de los objetivos planteados en la metodología general para el apartado de validación, puesto que el análisis de laboratorio comprueba las bondades nutricionales del producto mediante el análisis químico, en entrevista con el Gerente General de una empresa con amplia trayectoria y posicionamiento en el sector industrial a nivel local, se comprueba la potencial aceptación en el mercado del producto; y además según los flujo de efectivo y los escenarios planteado, los ratios de TIR y VAN muestran que el proyecto es potencialmente viable financieramente.

Conclusiones

- El proyecto cumple con su objetivo general ya que se logra desarrollar una materia prima mejorada y funcional, que incorpora elementos diferenciadores respecto a la oferta en el mercado actual; empleando como principal insumo granos germinados, cuyo potencial de aprovechamiento no es plenamente desarrollado por las industrias nacionales, las leguminosas (lentejas).
- Además, en su desarrollo se incorporan las tendencias evolucionadas y que permite generar un impacto positivo en la salud de los consumidores, ubicándose bajo la categoría de salud y bienestar, siendo una opción para el mercado relacionado con intolerancias, lo natural, lo reducido en y por último la funcional/fortificado.
- Se comprueba viabilidad desde el punto de vista comercial, porque tiene aceptación de clientes potenciales, es considerada nutricionalmente rica, según las pruebas químicas y el análisis financiero muestra en un horizonte temporal de 5 años que genera riqueza, cinco de los seis escenarios analizados son favorables, es decir se genera riqueza, y el único que no cumple y por poco las expectativas, aceptando por parte de los socios réditos menores resulta viable, esto posibilita el considerar este desarrollo como deseable y viable, bajo los criterios de aceptación teóricos.
- En Costa Rica se presentan potenciales oportunidades de negocio, al desarrollar productos para la categoría de Salud y Bienestar, debido a su estado continuo de crecimiento en los últimos seis años, y el potencial de expansión que estiman los pronósticos a 2023, de cara a paradigmas de alimentación más sana y saludable.
- Utilizar un programa de diseño experimental, constituye una herramienta poderosa buscando la mejor utilización en términos de tiempo y recursos requeridos, puesto que puede valorar múltiples perspectivas y dimensiones para solucionar un problema, minimizando los errores provenientes de la subjetividad y el sesgo humano. Pese a que la teoría es antigua sus aplicaciones siguen innovando y mostrando nuevas maneras de optimizar resultados.

Recomendaciones

- Si bien es cierto el tipo de negocio propuesto es B2B, la harina de lenteja germinada puede ser utilizada en los hogares para la elaboración de alimentos caseros y según los resultados del análisis químico realizado al producto, sería un alimento funcional y completo que proporciona múltiples beneficios a los consumidores, por lo que se recomienda estudiar un modelo de negocio a este dirigido a la venta negocio-cliente, incorporando por ejemplo como socio una organización dedicada a canales de comercialización al por menor.
- La maquinaria seleccionada para el proceso productivo si bien es apta, puesto que tienen aplicaciones universales para el procesamiento de granos y semillas, resultaría valioso desarrollar ya sean adaptaciones, modificaciones o nuevos desarrollos en este tema, considerando aspectos de forma, humedad, dureza del brote de lenteja entre otros; lo que aumentaría la eficiencia en operaciones como secado y triturado en la fabricación del producto.
- Buscando aumentar las posibilidades de éxito del negocio, se recomienda valorar la posibilidad de expandir la gama de productos, por ejemplo, con otras leguminosas que tienen grandes bondades nutricionales similares como harina de arveja germinada, harina de garbanzos entre otras. Todo esto aprovechando que la maquinaria y el proceso productivo permite su procesamiento.
- El éxito financiero del proyecto depende en gran medida de que se pueda captar más del 1 %, 2,5% y 4% del mercado, en cada escenario evaluado y pese a ser números razonables es recomendable realizar un programa de lanzamiento robusto y dar a conocer el producto a potenciales cliente a través de diversos medios, considerando incluso desarrollar aplicaciones en conjunto para mostrar el potencial del producto.
- El etiquetado limpio es una nueva tendencia en productos alimenticios, que está posicionándose cada vez más en los consumidores y que implica “producir sin aditivos químicos”, además de tener listas de ingredientes fáciles de entender, con procesos productivos trazables. Este desarrollo debe alinearse con estas nuevas tendencias de un mercado exigente, y que sin embargo está dispuesto a pagar más por recibir a cambio estos elementos.
- El desarrollar alimentos ricos en proteína vegetal de alta calidad, a partir de cultivos como las leguminosas tiene una serie de impactos positivos incalculables ya que por ejemplo las plantas de lentejas tienen la capacidad de fijar nitrógeno y liberar hidrógeno ayudando a la fertilización de suelos.

La humanidad afronta el reto de satisfacer en el presente y en el futuro las complejas necesidades alimentarias de una población creciente, con casos de obesidad y de hambre crónica, las legumbres asoman como una solución agrícola eficiente, por su versatilidad, capacidad de adaptación, rendimiento y por sus propiedades nutricionales. Los encadenamientos productivos locales que permitan generar productos con alto valor agregado a partir de materia prima tradicional son una necesidad.

Bibliografía

- Aguilera, Y. (2009). Harinas de leguminosas deshidratadas: Caracterización Nutricional y Valoración de sus propiedades Tecno-Funcionales (Universidad Autónoma de Madrid). Retrieved from [http://digital.csic.es/bitstream/10261/101592/1/Harinas de leguminosas deshidratadas.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/101592/1/Harinas_de_leguminosas_deshidratadas.pdf)
- Alasino, M. C. (2009). *Harina de arveja en la elaboración de pan. Estudio del efecto de emulsionantes como mejoradores de volumen y vida útil* (Universidad Nacional del Litoral). Retrieved from <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/handle/11185/145>
- Alcaraz Rodríguez, R. (2011). *El emprendedor de éxito* (4ta ed.). México: McGraw-Hill.
- Alliende, F. (2007). Intolerancia a la lactosa y alergia a las proteínas de la leche de vaca. *Gastr Latinoam*, 18(1), 152–156. Retrieved from https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/37763224/intocongenita_lactosa.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1548806426&Signature=iyI6oCfGN1j2EBfou3Sx4D53uOE%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3Dintolerancia_a_la_lactosa.
- Álvarez Falcón, C. (2013). Innovación, competitividad y nuevos modelos de negocio. *Sinergia e Innovación*, 1–15. Retrieved from <http://revistas.upc.edu.pe/index.php/sinergia/article/view/89>
- Andrade Lee, X. (2005). Método para la obtención de germinados de haba y lenteja (Vicia faba L y Lens esculenta). *Universidad Nacional de Colombia*, pp. 1–7. Retrieved from <http://bdigital.unal.edu.co/2788/1/107410.2010.pdf>
- ANEXO 6 Resolución No. 152-2005 (COMIECO-XXXIII) Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 75.01.21:05n): *Productos de Petróleo, Gases licuados de petróleo: Propano Comercial, Butano comercial y sus mezclas. Especificaciones.*, (2005).
- Ánima. (2015). Germinados. Retrieved January 1, 2018, from Ánima website: <http://www.anima.org.ar/wp-content/uploads/2015/12/GERMINADOS.pdf>
- Arias, C. (1993). Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural. Retrieved July 5, 2019, from Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación website: <http://www.fao.org/3/X5027S/x5027So0.htm#Contents>
- Asioli, D., Aschemann-Witzel, J., Caputo, V., Vecchio, R., Annunziata, A., Næs, T., & Varela, P. (2017). Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. *Food Research International*, 99, 58–71.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.022>

- Badui Dergal, S. (2006). Análisis Químico de los alimentos. In *Química de los alimentos*.
- Banco Central de Costa Rica. (2019). *Informe de Inflación*.
- Barbalova, I., Cherian, A., & Atanasova, N. (2018). Healthy Living in Latin America: Evolving Consumer and Business Landscape. *Passport Euromonitor*, (June), 46. Retrieved from <http://ezproxy.eafit.edu.co:2108/portal/analysis/tab>
- BBC Mundo. (2016). Los riesgos de la cada vez más popular dieta vegana. *BBC News Mundo*. Retrieved July 27, 2019, from *BBC Mundo-Salud* website: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/05/160520_salud_dieta_vegana_riesgos_il
- BBC Salud. (2011). E. coli: ¿por qué las semillas germinadas? *BBC News Mundo*. Retrieved July 4, 2019, from *BBC Salud* website: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/06/110610_ecoli_semillas_germinadas_men
- Bembibre, C. (2010). Definición de Aceite. Retrieved June 23, 2019, from *Definición ABC* website: <https://www.definicionabc.com/general/aceite.php>
- Benedicto, M. S. (2009). Análisis de inversiones y proyectos de inversión. *Escuela de Organización Industrial*, 8.
- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. (2013). *Manual De Disposiciones Técnicas Y Protección Contra Incendios Versión 2013*. Retrieved from http://diee.mep.go.cr/sites/all/files/diee_mep_go_cr/normativa/manual_de_disposiciones_tecnicas_2013.pdf
- Bonfanti, N., Fernández, J. M., Gomez-Delgado, F., & Pérez-Jiménez, F. (2014). Efecto de dos dietas hipocalóricas y su combinación con ejercicio físico sobre la tasa metabólica basal y la composición corporal. *Nutricion Hospitalaria*, 29(3), 635–643. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.29.3.7119>
- Bourlier, A. (2018). Shopping reinvented in latin america: evolving expectations and opportunities. *Passport Euromonitor*, (June), 32.
- Cámara Costarricense de la Industria Alimentaria. (2015). *Desarrollo de Productos Innovadores*. (142).
- Cano González, G. A., & Maza Nucamendi, F. (2016). Harina de semilla de mojú (*Brosimum Alicastrum*), adicionandola en masas fermentadas y batidas (Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas). Retrieved from

https://repositorio.unicach.mx/bitstream/20.500.12114/1054/1/GAS_634.04_C35_2016.pdf

Carmuega, E. (2005). Alimentos mejorados. *La Nación*. Retrieved from <https://www.lanacion.com.ar/727733-alimentos-mejorados>

Carrillo, L. (2007). Granos y Harinas. *Manual de Microbiología de Los Alimentos*, 84–88.

Castillejos Pérez, L. A., De la Cruz Islas, N., Guzmán Dena, D., Roldán López, A., & Troncoso Oropeza, A. (2018). Diseño de programa de prerrequisitos para la elaboración de néctar de mango (Instituto Politécnico Nacional). Retrieved from https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/25287/DISEÑO_DE_PROGRAMA_PRERREQUISITOS_PARA_LA_ELABORACIÓN_DE_NÉCTAR_DE_MANGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castillo, A. (1999). Estado del Arte en la Enseñanza del Emprendimiento. *Emprendedores Como Creadores de Riqueza y Desarrollo Regional*, 21.

Castro, O. (2014). Nutrición holística: alimentación con base en el estilo de vida. *Perfil*. Retrieved from <https://www.revistaperfil.com/bienestar/nutricion/nutricion-holistica-alimentacion-con-base-en-el-estilo-de-vida/UFYWFJPAB5DYTJEVZ3PBHC42SE/story/>

Cazares Torres, M. J. (2011). Evaluación físico-química y farinográfica de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) obtenida en los pasajes de la molienda de la industria “Molino Miraflores.” Universidad Técnica de Ambato.

Cerón, A., Hurtado, A., Osorio, O., & Buchely, M. (2011). Estudio de la formulación de la harina de papa de la variedad parda pastusa (*solanum tuberosum*) como sustituto parcial de la harina de trigo en panadería. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 9(1), 115–121. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117875>

Céspedes López, E. (2017). Principios de economía: Balanza comercial. Retrieved May 7, 2018, from <https://www.abcfinanzas.com/principios-de-economia/que-es-la-balanza-comercial>

Chacón Cascante, A. (2015). *Vigésimoprimer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Sostenible 2014: Informe Final Estado de la Agricultura*. Retrieved from https://estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/021/ambiente/Chacon_Cascante_Agricultura.pdf

Chaparro, D., Pismag, R., Elizalde, A., Vivas, N., & Erazo, C. (2010). Efecto de la germinación sobre el contenido y digestibilidad de proteína en semillas de amaranto, quinua, soya y guandul. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 8(1), 35–42. Retrieved from

<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a05.pdf>

Chaparro, D., Portilla, Y., Elizalde, A., Vivas, N., & Erazo, C. (2009). Estrategia HACCP en la Producción de Semillas Germinadas. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 7(1), 36–44. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v7n1/v7n1a06.pdf>

Chávez Salgado, I. (2018). Desarrollo de un sistema gelatinizado ultracongelado para la formulación de pan leudado tipo bizcocho (Universidad Autónoma del Estado de México). Retrieved from <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95256/TesisIDCS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2017). *Seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica y la República Dominicana Explorando*.

Crespo Barahona, M. P., & Ubidia Batallas, J. P. (2014). Incertidumbre en las condiciones previstas del mercado: Cómo el enfoque en la fase de producción ramp-up en cadenas de suministro puede ayudar a una empresa en Ecuador María. Universidad de San Francisco de Quito.

Czinkota, M., & Kotable, M. (2001). *Administración de Mercadotecnia* (2da ed.). México: International Thomson Editores.

Dávila, M., Sangronis, E., & Granito, M. (2003). Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 53(4), 348–354. Retrieved from http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000400003

Decreto Ejecutivo No. 11429. *Reglamento de seguridad e higiene del trabajo*. , (1980).

Decreto Ejecutivo No. 26532. *Reglamento Técnico RTCR 285:1997 Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad Vías de evacuación*. , (1990).

Decreto Ejecutivo No. 30030. *Reforma al Reglamento para el Enriquecimiento de la Harina de Trigo de Calidad Alimentaria*. , (2003).

Decreto Ejecutivo No. 31595. *Reglamento de Notificación de Materias Primas, Registro Sanitario, Importación, Desalmacenaje y Vigilancia de Alimentos*. , (2004).

Decreto Ejecutivo No. 33601. *Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales*. , (2007).

Decreto Ejecutivo No. 33607. *Deroga decreto Establece Nivel Máximo Bromato Potasio en Harina de Panificación*. , (2007).

- Decreto Ejecutivo No. 33724. *Pone vigencia Resolución 176-2006 (COMIECOXXXVIII): Alimentos Procesados Proced. Licencia Sanitaria, Proced. Otorgar Registro Sanitario [e] Inscripción Sanitaria, Requisitos Importación Alimentos Procesados, Industria Alimento.* , (2014).
- Decreto Ejecutivo No. 35485 -COMEX-S-MEIC-MAG. *Publica Resolución N° 243-2009 (COMIECO-LV) aprobación del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos.* , (2009).
- Decreto Ejecutivo No. 36093-S. *Reglamentos sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios.* , (2014).
- Decreto Ejecutivo No. 3666-S. *Reglamento para el otorgamiento del carné de manipuladores de alimentos y reconocimiento de la oficialización de capacitadores del curso de manipulación de alimentos por parte del Instituto Nacional de Aprendizaje.* , (2011).
- Decreto Ejecutivo No. 36910-MEP-S. *Reglamento para el funcionamiento y administración del servicio de soda en los centros educativos públicos.* , (2013).
- Decreto Ejecutivo No. 37280-COMEX-MEIC. *Publica Resolución N° 280-2012 (COMIECO-LXII) de fecha 14 de mayo de 2012 y su Anexo: "Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.07:10 Etiquetado General de los Alimentos Previamente Envasados (Preenvasados)." , (2017).*
- Decreto Ejecutivo No. 37295 COMEX-MEIC-S. *Publica Resolución N°281-2012 (COMIECO-LXII), modificaciones al RTCA 67.01.60:10 "Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para población a partir de 3 años." , (2012).*
- Decreto Ejecutivo No. 38277. *Reglamento de Procedimiento Tributario.* , (2016).
- Decreto Ejecutivo No. 39472. *Reglamento General para Autorizaciones y Permisos Sanitarios de Funcionamiento Otorgados por el Ministerio de Salud.* , (2016).
- Decreto Ejecutivo No. 41420-COMEX-S-MAG-MEIC. *Publica Resolución N° 402-2018 (COMIECO-LXXXIII) de fecha 28/06/2018 y su Anexo: "Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:17 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos." , (2018).*
- Deloitte. (2017). *Health & Wellness Progress Report: Based on 2017 survey findings.* Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Consumer-Business/cb-2018-health-wellness-report.pdf>
- Departamento de Educación, C. y D. (n.d.). *Estudio de la viabilidad del proyecto.* Retrieved July 20, 2019, from Gobierno de Aragón website: http://aula.educa.aragon.es/datos/AGS/Economia/unidad_o8_sin_cargar/page_o4.htm

- Devore, J. L. (2008). *Probabilidad y estadística para ingenierías y ciencias* (7ma ed.; J. H. Romo, Trans.). México: Cengage Learning.
- Díaz, A., & Uría, R. (2009). Buenas Prácticas de Manufactura - Una guía para pequeños y medianos agroempresarios. In *Saudi Med J* (Vol. 33). <https://doi.org/10.1073/pnas.0703993104>
- Diego, A., & Lacaze, G. (2014). *Análisis de capacidad en la industria de panificación industrial Índice*.
- Dunn, K. (2018). Package "pid." *The Comprehensive R Archive Network (CRAN)*, 1–18. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/pid/pid.pdf>
- Dyner, L., Batista, M., & Cagnasso, C. (2015). Nutrient Content of Homemade Almond Beverages. *Actualización En Nutrición*, 16, 12–17. Retrieved from [www.revistasan.org.ar/pdf_files/trabajos/vol_16/num_1/...](http://www.revistasan.org.ar/pdf_files/trabajos/vol_16/num_1/)
- Echeverriarza, M. (2014). *Guía de uso de secadores solares*.
- Elorza, M. I. (2016). Brotes y germinados. Sus beneficios y cómo hacerlos en casa. Retrieved November 25, 2018, from Santiago. Medio Ambiente website: http://www.munistgo.info/medioambiente/wp-content/uploads/2016/10/Brotes_y_Germinados.pdf
- Enriquez, M. A. C. (2015). *Obtención De Aceite De Aguacate Microencapsulado Mediante Secado Por Atomización*. 1–10.
- Equipo Técnico Nacional del Censo. (2016). *Informe ejecutivo: Censo Escolar Peso/Talla*. Retrieved from <http://www.mep.go.cr/sites/default/files/page/adjuntos/informe-ejecutivo-censo-escolar-peso-cortofinal.pdf>
- Eroski Consumer. (2009). Semillas: para una dieta con valor añadido. *Eroski Consumer*, 12–20. Retrieved from <http://revista.consumer.es/web/es/20170501/pdf/alimentacion.pdf>
- Escudero Álvarez, E., & González Sánchez, P. (2006). La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*, 21(SUPPL. 2), 1–30. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Euromonitor International. (2018a). Costa rica in 2030: The Future Demographic. *Passport Euromonitor*, (July), 16.
- Euromonitor International. (2018b). Packaged Food: Euromonitor from trade sources/national statistics. *Passport Euromonitor*.
- Euromonitor International. (2018c). Sweet biscuits, snack bars and fruit snacks in Costa Rica.

Passport Euromonitor, 1–5.

- Fallas Villalobos, C. (2015, July 19). Empresas siguen creando alimentos más saludables para entrar a sodas escolares - El Financiero. *El Financiero*. Retrieved from <https://www.elfinanciero.com/negocios/empresas-siguen-creando-alimentos-mas-saludables-para-entrar-a-sodas-escolares/TFKSVS45WVAC7B6L4IHB5Q35EA/story/>
- FAO. (1985a). Codex Standard 152-1985: Norma del CODEX para la harina de trigo. Retrieved March 31, 2019, from www.fao.org/input/download/standards/50/CXS_152s.pdf
- FAO. (1985b). Codex Standard 154-1985: Norma Para La Harina Integral De Maíz. Retrieved from http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%2B154-1985%252FCXS_154s.pdf
- FAO. (2007). Alimentos producidos orgánicamente. In *Codex alimentarius* (3era ed., Vol. 2). Retrieved from <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1385s/a1385s00.pdf>
- FAO en Costa Rica. (2016). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: FAO proclama y celebra el Año Internacional de las Legumbres 2016 | FAO en Costa Rica | Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved June 23, 2019, from FAO proclama y celebra el Año Internacional de las Legumbres 2016 website: <http://www.fao.org/costarica/noticias/detail-events/en/c/444905/>
- FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (2016). *Legumbres*.
- FDA. (2011). Guía de etiquetado de alimentos. Retrieved July 7, 2018, from Guía para la industria: Guía de Etiquetado de Alimentos website: <https://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/LabelingNutrition/ucm247920.htm>
- Food Industry. (2017). Bebidas y Licores-Productos VED S.A. Retrieved August 24, 2018, from FOOD INDUSTRY website: http://www.crfoodindustry.com/bebidas_licores_productos_ved.html
- Food News LATAM. (2015). Tendencias de granos e ingredientes germinados.
- Ford, A., & Dahl, W. (2012). Alimentos Funcionales. *Food Science and Human Nutrition Department*, 12(17), 1–4. Retrieved from <http://edis.ifas.ufl.edu/fs210>
- Fouad, A. A., & Rehab, F. M. A. (2015). Effect of germination time on proximate analysis, bioactive compounds and antioxidant activity of lentil (*Lens culinaris Medik.*) sprouts. *Acta Scientiarum*

- Polonorum *Technologia Alimentaria*, 14(3), 233–246. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2015.3.25>
- Froztec. Refrigeración industrial y comercial. (2019). Tendencias de la refrigeración industrial para 2019. Retrieved July 4, 2019, from <https://blog.froztec.com/tendencias-de-la-refrigeracion-industrial-para-2019>
- García, B. H. (2008). Acerca de la tasa de descuento en proyectos. *Quipukamayoc*, 15(29), 101–108.
- García de Cortázar, C. L. (2016). Efectos de la administración del probiótico *Shewanella putrefaciens* Pdp11 bioencapsulado en alimento vivo en el cultivo larvario y destete del lenguado senegalés *Solea senegalensis* (Kaup, 1858). *Revista Científica Internacional de Acuicultura En Español – Revista Oficial de La Sociedad Española de Acuicultura (SEA)*, (45), 10–12. Retrieved from <http://renhyd.org/index.php/renhyd/article/view/208>
- García Pacheco, S., & Siles Guzmán, R. (2014). *Valoraciones Con Opciones Reales de la Expansión de la Empresa Lácteos del Rincón*. Instituto Tecnológico Cartago.
- Gil, L., Umaña, J., Pinillos, J., Lopera, S., & Gallardo, C. (2014). Evaluación del contenido de riboflavina por método de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en harinas de lenteja (*Lens esculenta*) germinada y sin germinar. *Revista de La Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 22(32), 203. Retrieved from www.alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/download/267/250
- González Pérez, A., & Correa Rodríguez, A. (1998). Crecimiento y tamaño: Un estudio empírico. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 27(95), 541–573. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/pdf/42782143.pdf?refreqid=excelsior%3Af2f0549c6b913cf55a120faeed4e528>
- Gracia, A., López, B., & Virtué, S. (2011). Disposición a pagar por zumos naturales: Aplicación de un experimento de elección. *ITEA Información Técnica Económica Agraria*, 107(1), 21–32.
- Groemping, U., Amarov, B., & Xu, H. (2018). Package “DoE.base.” *The Comprehensive R Archive Network (CRAN)*, 1–101. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/DoE.base/DoE.base.pdf>
- Gross, J., & Ligges, U. (2015). Package “nortest.” *The Comprehensive R Archive Network (CRAN)*, 1–10. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/nortest/nortest.pdf>
- Guerrero, A. (2014). La experiencia de las compras. *Revista Follow*. Retrieved from <http://www.revistafollow.mx/index.php/colaboradores/adriana-guerrero/la-experiencia-de-las-compras>

- Guzman, A. H. (2014). Almacenamiento y conservación de granos y semillas. *Sistema de Agronegocios Agrícolas*, 10. Retrieved from <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Almacenamiento de semillas.pdf>
- Henkes, D. (2015). Food industry forecast: Key trends through 2020 Technomic. Retrieved September 28, 2018, from Emerson website: <https://climate.emerson.com/documents/dallas--food-industry-forecast-key-trends-through-2020-en-us-3666544.pdf>
- Herrera Dobroski, L., & Troyo Chaves, J. (2011). *Conceptos Básicos para la Manipulación de Alimentos*. Retrieved from http://www.ina.ac.cr/curso_manipulacion_alimentos/folleto_manipulacion_2015.pdf
- Hidalgo, A., Herrera, R., López, V., & Velásquez, G. (2009). *El sector de la industria alimentaria de Costa Rica: Una perspectiva desde la Cadena de Valor* (1era ed.). Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Hidalgo3/publication/296195977_Sector_de_la_Industria_Alimenticia_de_Costa_Rica_Una_Perspectiva_desde_la_Cadena_de_Valor/links/56d8049608aebabdb4035c3d/Sector-de-la-Industria-Alimenticia-de-Costa-Rica-Una-Persp
- Hyndman, R., Athanasopoulos, G., Bergmeir, C., Caceres, G., Chhay, L., O'Hara-Wild, M., ... Zhou, Z. (2019). Package "forecast." *The Comprehensive R Archive Network (CRAN)*, 1–132. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/forecast/forecast.pdf>
- INEC. (2015). *VI Censo Nacional Agropecuario: cultivos agrícolas, forestales y ornamentales*. <https://doi.org/978-9930-525-00-5>
- Jarpa, W. (2015). *Cálculo De Precio*. Retrieved from https://pdu.usj.es/pluginfile.php/44621/mod_resource/content/2/Cálculo_precios.pdf
- Jiménez Ortega, A. I., Martínez García, R. M., Quiles Blanco, M. J., Majid Abu Naji, J. A., & González Iglesias, M. J. (2016). Enfermedad celiaca y nuevas patologías relacionadas con el gluten. *Nutrición Hospitalaria*. <https://doi.org/10.20960/nh.345>
- Konica Minolta. (n.d.). Entendiendo El Espacio de Color CIE L*A*B*. Retrieved May 4, 2019, from <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>
- Kuhn, M. (2016). The desirability Package. *The Comprehensive R Archive Network (CRAN)*, 1–17. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/desirability/vignettes/desirability.pdf>
- Lamb, C., Hair, J. J., & McDaniel, C. (2011). *Marketing* (11va ed.). United States of America: Cengage Learning.

- Ley No. 3284. Código de Comercio. , (2016).
- Ley No. 5395. Ley General de Salud. , (2018).
- Ley No. 6867. Patentes Invención, Dibujos y Modelos Industriales y Modelos Utilidad. , (2008).
- Ley No. 7600. Ley de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad. , (2018).
- Ley No. 7794. Código Municipal. , (2018).
- Ley No. 7978. Ley de Marcas y Otros Signos Distintivos. , (2008).
- Ley No. 8228. Ley del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. , (2008).
- Ley No. 833. Ley de Construcciones. , (2017).
- Madrid, J. (2016). ¿Qué son los ácidos grasos poliinsaturados? - Alimentación. Retrieved June 23, 2019, from ¿Qué son los ácidos grasos poliinsaturados? website: <https://salud-1.com/alimentacion/los-acidos-grasos-poliinsaturados/>
- Manjar, D. E. L., Del, B., Blanco, M., Valle, D. E. L., Surylvwdv, F., Fxdwur, S. R. U., ... Durq, U. (2014). *Análisis De Aceptación Y Preferencia*. 12(1), 20–27.
- Manus, C. (1995). Estado de Flujos de Efectivo. *Cuadernos de Estudios Empresariales*, (5), 179–202. <https://doi.org/10.5209/CESE.11625>
- Martinello, M. A., Muñoz, D. J., & Giner, S. A. (2013). Secado De Maíz Con Aire Natural En Lecho Fijo Comparación De Simulaciones Computacionales Realizadas Con Modelos Matemáticos De No Equilibrio. *Asociación Argentina de Ingenieros Químicos*, (1).
- Martínez, C., Ros, G., Periago, M. J., & López, G. (1999). Biodisponibilidad del hierro en los alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 49(2), 106–113. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Gaspar_Ros/publication/270959331_Biodisponibilidad_del_hierro_de_los_alimentos/links/54ba9ffa0cf29e0cbo4bd42f/Biodisponibilidad-del-hierro-de-los-alimentos.pdf
- Martínez Domínguez, B., Ibáñez Gómez, M. V., & Rincón León, F. (2002). Acido fítico: aspectos nutricionales e implicaciones analíticas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 52(3), 219–231. Retrieved from http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222002000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Mascaraque, M. (2018a). Reinventing ancient grains: from traditional staple food to modern superfoods. *Passport Euromonitor*, (Julio), 47.

- Mascaraque, M. (2018b). The world market for health and wellness packaged food. *Passport Euromonitor*, (Agosto), 38.
- Matilla, Á. J. (2008). Desarrollo y germinación de las semillas. In J. Azcón-Bieto & M. Talón (Eds.), *Fundamentos de Fisiología Vegetal* (2da ed., pp. 1–22). Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/271512205_Desarrollo_y_germinacion_de_las_semillas
- Maupoey, P., Grau, A. ., Barat, J. ., & Albors, A. . (2001). *Introducción al secado de alimentos*. 202.
- Megías, J. (2017). ¿Qué significa modelo de negocio? Modelo de negocio, modelo de ingresos, plan de negocio... no es lo mismo. *Emprendedores*. Retrieved from <http://www.emprendedores.es/crear-una-empresa/que-significa-modelo-de-negocio>
- Mellentín, J. (2015). Destacan a granos germinados como la gran tendencia. *New Nutrition Business*.
- Mena, A. P., & Tuapanta, J. V. (2017). Análisis comparativo de secadores de quinua, secador de bandejas y solar. *Revista MktDescubre - ESPOCH FADE*, 12(3232), 62–74. Retrieved from revistas.esPOCH.edu.ec/index.php/mktDescubre/article/download/130/132/
- Mesalles, N. (2013). Alpiste incorpora Way Better Snacks. *Apetito En Líneas*. Retrieved from <http://www.apetitoenlinea.com/alpiste-incorpora-way-better-snacks/>
- Mete, M. R. (2014). Valor Actual Neto Y Tasa De Retorno: Su Utilidad Como Herramientas Para El Análisis Y Evaluación De Proyectos De Inversión. *Fides et Ratio - Revista de Difusión Cultural y Científica de La Universidad La Salle En Bolivia*, 7(7), 67–85.
- Microgreens Costa Rica. (2018). Productos. Retrieved August 24, 2018, from Microgreens Costa Rica website: <http://microgreenscostarica.com/>
- Ministerio de Salud, Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud, Caja Costarricense de Seguro Social, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, & Instituto Costarricense sobre Drogas. (2013). *Encuesta Nacional de Nutrición 2008-2009*. Retrieved from <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/centro-de-informacion/material-publicado/investigaciones/encuestas-de-salud/encuestas-de-nutricion/2731-encuesta-nacional-de-nutricion-2008-2009-fasciculo-1-antropometria/file>
- Minitab Blog Editor. (2019a). ¿Qué son los grados de libertad en estadística? Retrieved May 1, 2019, from <https://blog.minitab.com/es/que-son-los-grados-de-libertad-en-estadistica>
- Minitab Blog Editor. (2019b). Cómo interpretar correctamente los valores p. Retrieved May 1, 2019,

- from <https://blog.minitab.com/es/como-interpretar-correctamente-los-valores-p>
- Minniti, M. (2012). El emprendimiento y el crecimiento económico de las naciones. *Economía Industrial*, (383), 23–30. <https://doi.org/10.15174>
- Mínys. (2018). Hierbas Aromáticas. Retrieved August 24, 2018, from Nuestros productos website: <https://www.minyscr.com/categories/8681/HIERBAS-AROMATICAS>
- Molina Rodríguez-Navas, P., Simelio Solà, N., & Corcoy Rius, M. (2017). Metodologías de evaluación de la transparencia: procedimientos y problemas. *Revista Latina de Comunicación Social*, (72), 818–831. <https://doi.org/10.4185/RLCS-2017-1194>
- Monge Bolaños, G. (2011). *Emergencias y evaluación de centros de trabajo*. Retrieved from https://www.cne.go.cr/Documentos/educacion/Emergencias_y_Evacuacion_Centros_de_Trabajo.pdf
- Montgomery, D. (2013). *Design and Analysis of Experiments* (8va ed.). Arizona: John Wiley & Sons, Inc.
- Mora, S., & Quirós, Y. (2019). Boletín Estadístico Agropecuario No 29. *Sepsa*, 29, 143.
- Moya, C., & Ramírez, S. (2011). *Transformaciones de la materia prima*. Retrieved from <https://en.calameo.com/read/000681021ebddc147043a>
- Muther, R., & Halles, L. (2015). *Systematic Layout Planning* (4ta ed.). United States of America: Management & Industrial Research Publications.
- Navarro-González, I., & Periago, M. J. (2016). El tomate, ¿alimento saludable y/o funcional? *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 20(4), 323. <https://doi.org/10.14306/renhyd.20.4.208>
- Network Business School. (2019). Los mejores anuncios y costos promedio de publicidad para tu negocio digital. Retrieved August 24, 2019, from Costo promedio de publicidad website: <https://neetwork.com/costos-promedio-de-publicidad/>
- Nielsen. (2015). We are what we eat: Healthy eating trends around the world. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.05.029>
- Olagnero, G., Abad, A., & Bendersky, S. (2007). Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *Diaeta*, 14. <https://doi.org/0328-1310>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1999). Importancia de la calidad e inocuidad de los alimentos para los países en desarrollo. Retrieved August 7, 2018,

from Comité de seguridad alimentaria mundial website:
<http://www.fao.org/docrep/meeting/x1845s.htm>

Organización Panamericana de la Salud. (n.d.). OPS/OMS Ecuador – Clasificación de los alimentos y sus implicaciones en la salud. Retrieved August 11, 2019, from https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_content&view=article&id=1135:clasificacion-alimentos-sus-implicaciones-salud&Itemid=360

Organización Panamericana de la Salud. (2016). Educación en inocuidad de alimentos: Glosario de términos. Retrieved June 24, 2018, from Tema de salud: inocuidad de alimentos website: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10433%3Aeducacion-inocuidad-alimentos-glosario-terminos-inocuidad-de-alimentos&catid=1237%3Aeducation-on-food-safety&Itemid=41278&lang=es

Padrón, C. A. (2009). Sistema de visión computarizada y herramientas de diseño gráfico para la obtención de imágenes de muestra de alimentos segmentadas y promediadas en coordenadas CIEL*a*b*. *Agronomía Costarricense*, 33(2), 283–301. Retrieved from <file:///D:/Downloads/Dialnet-SistemaDeVisionComputarizadaYHerramientasDeDisenoG-3196381.pdf>

Palou, N. (2016). Posibles peligros de consumir germinados. Retrieved July 19, 2019, from La Vanguardia website: <https://www.lavanguardia.com/vivo/ecologia/20160405/40889989845/germinados-cereales-legumbres-salud-alimentacion.html>

Parada, A., & Araya, M. (2010). El gluten: Su historia y efectos en la enfermedad celíaca. *Revista Médica de Chile*, 138(10), 1319–1325. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872010001100018>

Paunero, I. E. (2012). *Memoria técnica : investigaciones en mostaza , coriandro y otros* (I. E. Paunero, Ed.). Retrieved from https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-memoria_tecnica.pdf

Pérez, C., Vargas, M. H., Torres, A., & Villarreal, H. (2002). La hipocolesterolemia: Un hallazgo frecuente que se asocia a la tuberculosis. *Revista Del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*, 15(1), 7–11.

Pérez Galeano, A., & Zapata Valencia, S. (2015). Evaluación del comportamiento comercial de los germinados y brotes tiernos en la ciudad de Medellín: posibles alternativas de comercialización (Corporación Universitaria Lasallista). Retrieved from http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1576/1/Evaluacion_comportamient

o_comercial_germinados_brotes_tierno.pdf

- Pérez García, F., & Pita Villamil, J. M. (2001). Viabilidad, vigor, longevidad y consevación de semillas. *Hojas Divulgadoras*, 1–16. Retrieved from https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_2001_2112.pdf
- Periago, M. J., Martínez-Valverde, I., Ros, G., Martínez, C., & López, G. (2001). Propiedades químicas, biológicas y valor nutricional del licopeno. *Revista de Investigación En Ciencias Veterinarias*, 17, 51–66. Retrieved from https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/574/1/AV17_28200129_p51-66.pdf
- Plúas Ramírez, L. N., & Valdiviezo Jiménez, E. C. (2017). *Comparación de la caracterización nutricional de las harinas de arveja fresca, escaldada y germinada* (Universidad de Guayaquil; Vol. 6). Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/20397>
- Ponce de León, C., Torija, M. E., & Matallana Cruz, M. (2013). Utilidad en la alimentación de algunas semillas germinadas: brotes de soja y trigo * Use in the alimentation of some germinated seeds: mung bean and wheat. *Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Biológica*, 107, 47–55. Retrieved from <https://docplayer.es/68442367-Utilidad-en-la-alimentacion-de-algunas-semillas-germinadas-brotes-de-soja-y-trigo.html>
- Porter, M., Argyres, N., & McGahan, A. M. (2002). An Interview with Michael Porter. *The Academy of Management Executive* (1993-2005), 2(2), 43–52. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/pdf/4165839.pdf?refreqid=excelsior%3A1523616535b2d60a1c322da80e3f3b37>
- Porter, R. S., & Kaplan, J. L. (2014). *El Manual Merck* (19na ed.). Madrid: Panamericana.
- Posada Quintero, P. A. (2012). Estudios del comportamiento fisiológico de la semilla del maracuyá, la granadilla y la gulupa y zonificación agroecológica como estrategia para una Agricultura Eco-eficiente y de conservación (Universidad Nacional de Colombia). Retrieved from <http://bdigital.unal.edu.co/12696/1/7510003.2013.pdf>
- Presidencia de la República de Costa Rica. (2017). MEP lanza transformación alimentaria y nutricional en centros educativos – Presidencia de la República de Costa Rica. Retrieved October 7, 2018, from Presidencia de la República de Costa Rica website: <https://presidencia.go.cr/comunicados/2017/12/mep-lanza-transformacion-alimentaria-y-nutricional-en-centros-educativos/>
- Prieto-Hontoria, P. (2016). Innovación y tendencias alimentarias. *Contribuciones Científicas y*

- Tecnológicas, 41(1), 15–20. Retrieved from <http://www.journals.usach.cl/ojs/index.php/contribuciones/article/viewFile/2610/2379>
- Prieto, G. M. (2010). El cultivo de Arveja. *Biomass and Bioenergy*, 3, 1–13. Retrieved from www.bolcomsf.com.ar/download.php?file=codel_pautasarvejas.pdf%0A%0A
- PROCOMER. (2017). Retos y oportunidades para la oferta de alimentos diferenciados en Costa Rica. Retrieved from [http://servicios.procomer.go.cr/aplicacion/civ/documentos/Estudio Alimentos diferenciados.pdf](http://servicios.procomer.go.cr/aplicacion/civ/documentos/Estudio_Alimentos_diferenciados.pdf)
- Puon, L. (2013, December). Definición de Publicidad. Merca2.0. Retrieved from <https://www.merca20.com/definicion-de-publicidad/>
- Reglamento Municipal 355: Plan Director Urbano del San José: Reglamento de Zonificación del Uso del Suelo. , (1997).
- Reglamento No. 7082. Reglamento del Seguro de Salud de la Caja Costarricense de Seguro Social. , (2018).
- Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:0. Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales. , (2006).
- Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.06.55.09 Buenas Prácticas de Higiene para Alimentos No Procesados y Semiprocesados y su Guía de Verificación. , (2009).
- Retana, K. (2017, January 2). Crece potencial de negocio en productos libres de gluten. *La República*. Retrieved from <https://www.larepublica.net/noticia/crece-potencial-de-negocio-en-productos-libres-de-gluten>
- Ries, E. (2011). *Método Lean Startup*. 248.
- Rios, P. (2015). Evaluación del comportamiento comercial de los germinados y brotes tiernos en la ciudad de Medellín (Vol. 49). Corporación Universitaria Lasallista Facultad.
- Rodríguez Alcaraz, R. (2011). *Emprendedor de Exito* (Cuarta edi). México, D. F.
- Rodríguez, N., Simoes, E. O., & Guimaraes, R. (2007). Uso de Indicadores para estimar consumo y digestibilidad de pasto. LIPE, lignina purificada y enriquecida. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(4), 518–525. Retrieved from file:///C:/Users/Melina Castro/Downloads/Dialnet-UsodeIndicadoresParaEstimarConsumoYDigestibilidadD-2544486.pdf
- Rojas Guano, F. E. (2015). Modelo de gestión por procesos de producción para la empresa “Dulcería

- Don Luis" (Universidad Regional Autónoma de los Andes "Uniandes"). Retrieved from <http://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/975/1/TUAICAF034-2015.pdf>
- Romero Peña, M. F., & Robles Ureña, C. I. (2012). Escuela superior politécnica del litoral (Escuela Superior Politécnica del Litoral). Retrieved from <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/37390/D-103398.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- Ruiz, B. (2010). *Estudio Financiera* (Vol. 1, pp. 142–167). Vol. 1, pp. 142–167.
- Ruiz, C., Díaz, C., Anaya, J., & Rojas, R. (2013). Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 79(1), 29–36. Retrieved from http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2013000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Sánchez, E. (2017). Microvegetales se convierten en motor de emprendimiento. *La República*. Retrieved from <https://www.larepublica.net/noticia/microvegetales-se-convierten-en-motor-de-emprendimiento>
- Sánchez Mateos, A. (2016). No es lo mismo ser intolerante al gluten que sensible y otras cosas que no sabías sobre esta proteína. Retrieved July 19, 2019, from La Vanguardia website: <https://www.lavanguardia.com/vivo/nutricion/20161113/411795535038/mitos-intolerancia-al-gluten-celiaco-sensibilidad-al-gluten-dieta.html>
- Santacruz, E., & Suarez, J. (2007). Diseño y modelamiento de una máquina dosificadora y empacadora de frutas deshidratadas (Universidad de la Salle). Retrieved from <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16664/T44.07S59d.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sanz, J. C., & Callego, R. (2001). *Diccionario del color*. Madrid: Vía Gráfica, S.L.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Agropecuaria. (2017). *Política nacional de semillas de Costa Rica 2017-2030*.
- SEPSA. (2018). *Informe de Gestión del Sector Agropecuario y Rural: Mayo 2014 a Abril 2018*. 155.
- Silva, L. (2010). ¿Por qué comer germinados y brotes? *La Verdad Eterna*, 1–10.
- Silva Vega, M., Bañuelos Valenzuela, R., Muro Reyes, A., Esparza Ibarra, E., & Degadillo Ruiz, L. (2017). Evaluación de semilla de guayaba (*Psidium guajava* L.) como alternativa en la nutrición

- ruminal. *Abanico Veterinario*, 7(1), 26–35. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/av/v7n1/2448-6132-av-7-01-00026.pdf>
- Soporte de Minitab® 18. (2019a). Explicación de las sumas de los cuadrados. Retrieved May 1, 2019, from <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/anova-statistics/understanding-sums-of-squares/>
- Soporte de Minitab® 18. (2019b). Multicolinealidad en regresión. Retrieved July 19, 2019, from Minitab website: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/supporting-topics/model-assumptions/multicollinearity-in-regression/>
- Soporte de Minitab® 18. (2019c). Tabla Resumen del modelo para Analizar diseño factorial. Retrieved May 1, 2019, from <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/doe/how-to/factorial/analyze-factorial-design/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/model-summary-table/#r-sq-sp>
- Soto, M. (2016, January 4). Legumbres son buenas para la salud y el ambiente - La Nación. *La Nación*. Retrieved from <https://www.nacion.com/ciencia/medio-ambiente/legumbres-son-buenas-para-la-salud-y-el-ambiente/CUWLNJ5BHREFZE5SOB7LRFIZTE/story/>
- Souza, J. (2016). Germinados. *Instituto de Salud Total*, 1–80. Retrieved from <http://www.brandonspanishsda.com/wp-content/uploads/2016/01/Germinados.pdf>
- Stanton, W., Etzel, M., & Walker, B. (2004). *Fundamentos de Marketing* (13va ed.; M. Ortiz Staines, Trans.). México: McGraw-Hill.
- Stephens, M. A. (1974). EDF Statistics for Goodness of Fit and Some Comparisons. *Journal of the American Statistical Association*, 69(347), 730. <https://doi.org/10.2307/2286009>
- Terrazas Domaniczky, M. A., & Rabery Cáceres, S. H. (2010). Germinación de semillas de girasol sembradas a diferentes profundidades Seed. *Investigación Agraria*, 24(2), 63–67. Retrieved from <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/149/146>
- Tobón Orozco, C. A., & Bedoya Sánchez, J. R. (2017). Influencia de la asimetría en el tamaño de la muestra para el cumplimiento del teorema central del límite en distribuciones continuas. *Scientia et Technica*, 22(04), 398–402. <https://doi.org/10.22517/23447214.9325>
- Tompkins, J. (2001). Facilities Size, Location, and Layout. In G. Salvendy (Ed.), *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management* (3era ed., pp. 1465–1501). United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

- Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., & Tanchoco, J. (2011). *Planificación de instalaciones* (4ta ed.). Mexico D.F: Cengage Learning.
- Torres Cobián, J. E. (2016). *Proceso de secado en lotes de granos de trigo en un sistema de lecho fluidizado*.
- Ulrich, K., & Eppinger, S. (2013). *Diseño y desarrollo de productos* (5ta ed.; J. H. Romo Muñoz & R. M. Rubio Ruiz, Trans.). México: McGraw-Hill.
- Unidad de Estadísticas Demográficas del INEC. (2016). *Panorama demográfico 2015*. Retrieved from <http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/replacpanorama2016.pdf>
- Varela, S., & Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. *Silvicultura En Vivero*, 3, 1–10.
- Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (9na ed.; L. E. Pineda Ayala, Trans.). México: Pearson Educación.
- Walsh, C. (2008). *Key Management Ratios* (4th ed.). London: Financial Times/Prentice Hall.
- Warnes, G., Bolker, B., Bonebakker, L., Gentleman, R., Huber, W., Lumley, T., ... Venables, B. (2019). Package “gplots.” *The Comprehensive R Archive Network (CRAN)*, 1–68. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/gplots/gplots.pdf>
- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elías, L. G. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Ottawa, Canadá: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.
- Way Better Snacks. (2018). Snacks. Retrieved August 24, 2018, from Way Better Snacks website: <https://gowaybetter.com/snacks/>
- Wickham, H., Bryan, J., Kalicinski, M., Valery, K., Leitiene, C., Colbert, B., ... Miller, E. (2019). Package “readxl.” *The Comprehensive R Archive Network (CRAN)*, 1–9. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/readxl/readxl.pdf>

Abreviaturas y acrónimos

- **AD:** Anderson-Darling
- **ADAPEX:** Asociación de Desarrollo Agrícola para la Exportación
- **AF:** Alimento funcional
- **ANOVA:** Análisis de varianza
- **B/C:** Razón Beneficio Costo
- **B2B:** Business to Business (Negocio a negocio)
- **BPM:** Buenas prácticas de manufactura
- **CACIA:** Cámara Costarricense de la Industria Alimentaria
- **CAPM:** Capital Asset Pricing Model (Modelo de Valuación de Activos de Capital)
- **CDS:** Credit Default Swaps (Permuta de Incumplimiento Crediticio)
- **CNPT:** Condiciones Normales de Presión y Temperatura
- **CM:** Cuadrados Medios
- **CCSS:** Caja Costarricense de Seguro Social
- **DdE:** Diseño de Experimentos
- **DTT:** Down to trade
- **FAO:** Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)
- **FDA:** Food and Drug Administration (Administración de Drogas y Alimentos)
- **GAM:** Gran Área Metropolitana
- **GL:** Grados de Libertad
- **GLP:** Gas Licuado de Petróleo
- **HTC:** Hard-to-Change (difícil de cambiar)
- **INDER:** Instituto de Desarrollo Rural
- **INEC:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- **INS:** Instituto Nacional de Seguros
- **INTA:** Instituto Nacional en Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria
- **MAG:** Ministerio de Agricultura y Comercio
- **MINAE:** Ministerio de Ambiente y Energía
- **MEP:** Ministerio de Educación Pública
- **MP:** Materia Prima
- **MTSS:** Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
- **PANEA:** Programa de Alimentación y Nutrición del Escolar y del Adolescente

- **PAHO:** Pan American Health Organization (Organización Panamericana de la Salud)
- **PC:** Parcela Completa
- **PD:** Parcela Dividida
- **PEPS:** Primero en Entrar, Primero en Salir
- **PYME:** Pequeña y Mediana Empresa
- **POC:** Pruebas Orientadas al Consumidor
- **PROCOMER:** Promotora de Comercio Exterior
- **PT:** Producto Terminado
- **SBD:** Sistema Banca para el Desarrollo
- **SC:** Suma de Cuadrados
- **SI:** Sistema Internacional de unidades
- **TIR:** Tasa Interna de Retorno
- **TFG:** Tasa Global de Fecundidad
- **TLC:** Teorema del Límite Central
- **UTT:** Up to trade
- **VAN:** Valor actual neto
- **VRN:** Valor de Referencia del Nutriente
- **WACC:** Weighted Average Cost of Capital (Costo del Capital Promedio Ponderado)