

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



## Facultad De Ingeniería En Ciencias Aplicadas. Carrera de Software

### **Business intelligence para el análisis y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivos de importancia económica en América Latina.**

Trabajo de grado previo la obtención del título de Ingeniero en Software

Autor:

Brusil Toapanta Cristian Ariel

Director:

MSc. Vicente Alexander Guevara Vega

Ibarra – Ecuador

2024



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1004439160		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	BRUSIL TOAPANTA CRISTIAN ARIEL		
<b>DIRECCIÓN:</b>	BABAHOYO 12-37 Y MACHALA		
<b>EMAIL:</b>	cabrusilt@utn.edu.ec / cristian_brusil@hotmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0967122320

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	BUSINESS INTELLIGENCE PARA EL ANÁLISIS Y VISUALIZACIÓN DE DATOS DEL USO DE BIOFERTILIZANTES MICROBIANOS ASOCIADOS A CULTIVOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN AMÉRICA LATINA.
<b>AUTOR (ES):</b>	BRUSIL TOAPANTA CRISTIAN ARIEL
<b>FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA</b>	14 de octubre de 2024
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	INGENIERO DE SOFTWARE
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	MSC. SANIA ORTEGA / MSC. ALEXANDER GUEVARA

## 2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 14 días del mes de Octubre de 2024

### EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Cristian Ariel Brusil Toapanta



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERE EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN SOFTWARE**

Ibarra, 29 de julio de 2024

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR**

Por medio del presente, yo MSc. Vicente Alexander Guevara Vega, certifico que el Sr. Cristian Ariel Brusil Toapanta , portador de la cedula de identidad Nro. 1004439160, ha trabajado en el desarrollo del proyecto de grado” **BUSINESS INTELLIGENCE PARA EL ANÁLISIS Y VISUALIZACIÓN DE DATOS DEL USO DE BIOFERTILIZANTES MICROBIANOS ASOCIADOS A CULTIVOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN AMÉRICA LATINA**”, previo a la obtención de título de Ingeniero en Software, o cual ha realizado en totalidad con responsabilidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Vicente Alexander Guevara Vega', is written over a circular stamp.

MSc. Alexander Guevara Vega

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a Dios, por darme la fortaleza y el coraje para superar cada desafío. A mi madre, cuyo amor y sacrificio incondicional han sido mi constante inspiración. Su fe en mí y sus cuidados han sido esenciales para mi crecimiento y éxito. A mis hermanos, por su apoyo emocional y palabras de ánimo. Su compañía ha sido una fuente inagotable de motivación. Dedico esta tesis a mi familia y a todas las personas que me han acompañado en este viaje. Les ofrezco esta obra con todo mi cariño y agradecimiento.

Cristian Ariel Brusil Toapanta

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a Dios por su constante presencia y orientación durante todo este proceso. Su sabiduría y fortaleza me han brindado el sustento necesario en los momentos de mayor desafío.

A mi madre y a mis hermanos, les agradezco por su amor incondicional y su apoyo inquebrantable a lo largo de mi carrera académica. Su confianza, paciencia, comprensión y ánimo han sido claves para alcanzar esta meta.

Agradezco sinceramente a la Universidad Técnica del Norte por ofrecerme la oportunidad de formar parte de esta destacada institución y por proporcionar los recursos que han sido esenciales para llevar a cabo mi investigación. Mi gratitud se extiende también a todos los docentes que me han guiado en este camino, y especialmente a mi director y asesor de tesis MSc. Alexander Guevara y MSc. Sania Ortega, respectivamente, cuyo asesoramiento y dedicación han sido imprescindibles para la culminación de este trabajo.

Por último, quiero agradecer a mis amigos que han sido parte de este viaje académico y personal. Su compañía, apoyo han enriquecido esta experiencia, convirtiéndola en algo verdaderamente memorable. Cada momento vivido juntos ha dejado una huella profunda en mi vida y en mi corazón.

Cristian Ariel Brusil Toapanta

## Tabla de Contenido

DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
RESUMEN .....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	1
Planteamiento del Problema: .....	1
Objetivos .....	3
<i>Objetivo General</i> .....	3
<i>Objetivos Específicos</i> .....	3
Alcance: .....	3
Metodología .....	5
Justificación:.....	7
CAPÍTULO I .....	9
1.1.    Revisión de la Literatura.....	9
1.1.1.    Unidad de Análisis.....	9
1.1.2.    Establecer Preguntas de Investigación.....	10
1.1.3.    Cadena de Búsqueda.....	11
1.1.4.    Búsqueda de Artículos .....	11
1.1.5.    Resultado de Artículos.....	11
1.1.6.    Criterios de Selección de Estudios.....	12
1.1.7.    Extracción de Datos .....	13
1.1.8.    Matriz de Conceptos .....	15
1.2.    Biofertilizantes.....	17
1.2.1.    Clasificación de los Biofertilizantes .....	17
1.3.    Herramientas Tecnológicas Para el Análisis de Datos de Biofertilizantes .....	20
1.4.    Herramientas Tecnológicas Para la Visualización de Datos de Biofertilizantes .....	25
1.5.    The Huttenhower Lab .....	28
1.5.1.    Herramientas de The Huttenhower Lab en el Campo de los Microbianos .....	29
1.6.    Aplicación de Inteligencia de Negocios en Investigaciones Relacionadas .....	30
1.7.    Bussines Intelligence Utilizado Como Herramienta Estratégica para el Análisis de Datos. 32	
1.7.1.    Definición .....	32
1.7.2.    Metodologías de Diseño y Construcción de DataWarehouse (DW) .....	33

1.7.3.	Metodología Ralph Kimball .....	36
1.8.	Cuadrante Mágico Para Plataformas de Business Intelligence .....	40
1.9.	Plataformas Útiles Para Business Intelligence .....	42
1.10.	Plataforma Microsoft Power BI .....	43
1.10.1.	Microsoft Power BI Desktop .....	44
1.10.2.	Creación de Objetos Visuales .....	46
1.10.3.	Creación de Informes .....	47
1.10.4.	Compartir informes .....	47
CAPÍTULO II .....		48
2.	Desarrollo .....	48
2.1.	Proceso de Investigación.....	48
2.2.	Marco de Trabajo Scrum .....	49
2.2.1.	Roles de Scrum .....	49
2.2.2.	Eventos Scrum .....	50
2.2.3.	Artefactos de Scrum.....	51
2.2.4.	Integración de la Metodología Kimball y Scrum en el Desarrollo de Solución de BI	52
2.2.5.	Conformación del Equipo de Trabajo.....	53
2.3.	Estimación de Costos y Esfuerzo de Desarrollo en Proyectos Basados en Scrum.....	54
2.3.1.	Método de Estimación T-Shirt.....	54
2.3.2.	Historias de Usuario.....	56
2.3.3.	Product Backlog o Pila de Productos.....	77
2.3.4.	Desarrollo de los Sprint .....	79
2.4.	Limpieza de datos o Data Cleaning .....	85
2.4.1.	Herramienta de Limpieza de Datos.....	87
2.4.2.	Modelo Tabular.....	104
2.5.	Definición de la Arquitectura.....	105
2.5.1.	Modelado dimensional (Bus Matriz) .....	106
2.5.2.	Modelo Lógico.....	108
2.5.3.	Modelo Físico .....	109
2.5.4.	Instalación y Configuración de la Herramienta de Microsoft Power BI Desktop	110
2.6.	Proceso de Extracción, Transformación y Carga (ETL).....	112
2.6.1.	Extracción de Datos .....	113
2.6.2.	Transformación (Power Query) .....	114

2.6.3.	Carga (Power Pivot).....	123
2.6.4.	Cálculos y medidas .....	124
2.6.5.	Power View (Objetos Visuales).....	134
2.6.6.	Leyes de Gestalt en el Diseño de Interfaces de Usuario .....	136
2.6.7.	Sketch.....	142
2.6.8.	Wireframe .....	144
2.7.	Diseño de Dashboard (Versión Alpha) .....	151
2.7.1.	Resultados del Producto Mínimo Viable Versión Alpha (Sondeo de Satisfacción) 161	
2.8.	Diseño de Dashboard (Versión Beta) .....	171
2.8.1.	Publicación del Producto Mínimo Viable Versión Beta.....	184
CAPÍTULO III.....		188
3.1.	Evaluación de Resultados .....	188
3.2.	Tabulación de Datos .....	189
3.2.1.	Primera Sección: Datos con Información del Encuestado.....	189
3.2.2.	Segunda Sección: Proceso de Análisis y Visualización de los Datos del Uso de Biofertilizantes Microbianos .....	190
3.2.3.	Tercera Sección: Valoración de Cumplimiento de la Solución de Business Intelligence (BI). .....	199
3.2.4.	Calificación de la Solución de BI Mediante la Metodología Net Promoter Score (NPS) 232	
3.2.5.	PV4. ¿Cómo calificaría usted, de manera general la solución de BI para el análisis y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivos de importancia económica en América Latina? .....	234
DISCUSIÓN .....		236
CONCLUSIONES .....		238
RECOMENDACIONES.....		239
REFERENCIAS.....		240
ANEXOS .....		248

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Preguntas de Investigación .....	10
<b>Tabla 2</b> Resultados de la Búsqueda de investigaciones científicas.....	12
<b>Tabla 3</b> Números resultantes de los artículos aplicando los criterios de selección.....	13
<b>Tabla 4</b> Detalles de artículos.....	13
<b>Tabla 5</b> Selección de Información .....	16
<b>Tabla 6</b> Clasificación de biofertilizantes microbianos y su funcionamiento. ....	18
<b>Tabla 7</b> Comparativa entre diferentes plataformas de BI. ....	42
<b>Tabla 8</b> Roles principales del proyecto .....	54
<b>Tabla 9</b> Modelo T-Shirt con sus rangos estimados de horas de trabajo.....	55
<b>Tabla 10</b> Product Backlog.....	77
<b>Tabla 11</b> Desarrollo de Sprint .....	80
<b>Tabla 12</b> Rango de Edad (años) .....	189
<b>Tabla 13</b> Género.....	189
<b>Tabla 14</b> Formación de Grado .....	190
<b>Tabla 15</b> Relación con el proyecto.....	190

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Árbol de problemas .....	2
<b>Figura 2</b> Desarrollo del Proyecto .....	5
<b>Figura 3</b> Fases de la Metodología SLR.....	6
<b>Figura 4</b> Diagrama de la Metodología .....	7
<b>Figura 5</b> Pasos en el proceso SLR .....	9
<b>Figura 6</b> Cadena de Búsqueda .....	11
<b>Figura 7</b> Herramientas tecnologías para el análisis de datos .....	20
<b>Figura 8</b> Herramientas tecnologías para la visualización de datos .....	26
<b>Figura 9</b> Herramientas de The Huttenhower Lab .....	29
<b>Figura 10</b> Proceso del entorno de Bussines intelligence BI.....	33
<b>Figura 11</b> Comparación entre la metodología de Ralph Kimball y Bill Inmon.....	35
<b>Figura 12</b> Comparación entre el modelo Estrella y el modelo Copo de nieve. ....	35
<b>Figura 13</b> Ciclo de vida de la metodología de Ralph Kimball.....	37
<b>Figura 14</b> Cuadrante Mágico para plataformas de Business Intelligence.....	41
<b>Figura 15</b> Ventana de trabajo de Power BI Desktop .....	45
<b>Figura 16</b> Diagrama de Procesos .....	49
<b>Figura 17</b> Roles de Scrum.....	50
<b>Figura 18</b> Eventos de Scrum.....	51
<b>Figura 19</b> Eventos de Scrum.....	52
<b>Figura 20</b> Integración entre Scrum y la metodología de Kimball.....	53
<b>Figura 21</b> Historia de usuario HUBIM-001.....	56
<b>Figura 22</b> Historia de usuario HUBIM-002.....	57
<b>Figura 23</b> Historia de usuario HUBIM-003 .....	58
<b>Figura 24</b> Historia de usuario HUBIM-004 .....	59
<b>Figura 25</b> Historia de usuario HUBIM-005 .....	60
<b>Figura 26</b> Historia de usuario HUBIM-006.....	61
<b>Figura 27</b> Historia de usuario HUBIM-007 .....	62
<b>Figura 28</b> Historia de usuario HUBIM-008.....	63
<b>Figura 29</b> Historia de usuario HUBIM-009.....	64
<b>Figura 30</b> Historia de usuario HUBIM-010.....	65
<b>Figura 31</b> Historia de usuario HUBIM-011 .....	66
<b>Figura 32</b> Historia de usuario HUBIM-012.....	67

<b>Figura 33</b> Historia de usuario HUBIM-013 .....	68
<b>Figura 34</b> Historia de usuario HUBIM-014 .....	69
<b>Figura 35</b> Historia de usuario HUBIM-015 .....	70
<b>Figura 36</b> Historia de usuario HUBIM-016 .....	71
<b>Figura 37</b> Historia de usuario HUBIM-017 .....	72
<b>Figura 38</b> Historia de usuario HUBIM-018 .....	73
<b>Figura 39</b> Historia de usuario HUBIM-019 .....	74
<b>Figura 40</b> Historia de usuario HUBIM-020 .....	76
<b>Figura 41</b> Organización de cada Sprint .....	84
<b>Figura 42</b> Gráfico Scrum Burn-Down .....	85
<b>Figura 43</b> Archivos de Excel con datos de los biofertilizantes microbianos .....	86
<b>Figura 44</b> Estado inicial de los datos de los biofertilizantes microbianos .....	87
<b>Figura 45</b> Tabla de datos aplicando las funciones de excel .....	88
<b>Figura 46</b> Tabla de datos primarios sin aplicar la técnica de estandarización de datos .....	89
<b>Figura 47</b> Tabla de datos primarios aplicando la técnica de estandarización de datos .....	90
<b>Figura 48</b> Nuevas tablas creadas a partir de la estandarización de datos. ....	90
<b>Figura 49</b> Columna con datos individuales o un conjunto de datos del mismo tipo (microorganismos) .....	91
<b>Figura 50</b> Nueva tabla donde se aplica la técnica de one-hot encoding en la columna de microorganismos empleados .....	92
<b>Figura 51</b> Nombres de las tablas aplicando la notación CamelCase. ....	93
<b>Figura 52</b> Logo de la herramienta Canadensys .....	93
<b>Figura 53</b> Verificación con el análisis de fechas. ....	94
<b>Figura 54</b> Resultado del análisis de fechas. ....	95
<b>Figura 55</b> Logo de la herramienta SpeciesLink .....	96
<b>Figura 56</b> Utilización de la herramienta SpeciesLink .....	96
<b>Figura 57</b> Resultado uno esperado de SpeciesLink (Infoxy) .....	97
<b>Figura 58</b> Resultado dos esperado de SpeciesLink (Infoxy) .....	98
<b>Figura 59</b> Logo de la herramienta GBIF .....	99
<b>Figura 60</b> Información presentada de las especies requeridas .....	100
<b>Figura 61</b> Nombre y taxonomía de la especie .....	100
<b>Figura 62</b> Imputación de datos .....	101
<b>Figura 63</b> Información presentada por SJR .....	103
<b>Figura 64</b> Información de calidad de las revistas presentes .....	103

<b>Figura 65</b> Tabla de hechos con el modelo tabular .....	104
<b>Figura 66</b> Arquitectura de la solución BI.....	106
<b>Figura 67</b> Bus Matriz. ....	107
<b>Figura 68</b> Diseño o modelo lógico.....	108
<b>Figura 69</b> Diseño o modelo físico.....	109
<b>Figura 70</b> Inicio de Power BI Desktop. ....	111
<b>Figura 71</b> Proceso ETL .....	113
<b>Figura 72</b> Extracción de la fuente de datos.....	114
<b>Figura 73</b> Menú de opciones para las transformaciones Power Query.....	115
<b>Figura 74</b> Tabla con el nombre de TablaDeDimensionesAnalisisEfectos. ....	117
<b>Figura 75</b> Tabla con el nombre de TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado.....	119
<b>Figura 76</b> Tabla con el nombre de TablaDeDimensionesEspecieAnalizada.....	121
<b>Figura 77</b> Tabla con el nombre de TablaDeDimensionesSeleccionArticulos. ....	122
<b>Figura 78</b> Modelo copo de nieve. ....	124
<b>Figura 79</b> Formula de Dax para calcular el incremento.....	127
<b>Figura 80</b> Formula de Dax para la distribución de datos Determinados y No Determinados. .....	128
<b>Figura 81</b> Formula de Dax para la distribución o cantidad de artículos por base bibliográfica. .....	130
<b>Figura 82</b> Formula de Dax para conocer la cantidad de artículos por revista. ....	131
<b>Figura 83</b> Formula de Dax para calcular la cantidad por especie.....	131
<b>Figura 84</b> Formula de Dax para calcular la cantidad de especies(microorganismo) dentro de un mismo artículo. ....	132
<b>Figura 85</b> Formula de Dax para calcular la suma total de parámetros .....	132
<b>Figura 86</b> Formula de Dax para comprobar el cumplimiento de la condición. ....	133
<b>Figura 87</b> Formula de Dax para calcular el recuento de valores iguales a Si y No .....	133
<b>Figura 88</b> Lista de Colores para utilizar dentro del diseño de Dashboard.....	136
<b>Figura 89</b> Principio de Similitud.....	138
<b>Figura 90</b> Principio de Continuidad.....	138
<b>Figura 91</b> Principio de Cierre.....	139
<b>Figura 92</b> Principio de Proximidad.....	139
<b>Figura 93</b> Principio de Figura y Fondo .....	140
<b>Figura 94</b> Principio de Simetría.....	140
<b>Figura 95</b> Principio de Dirección Común .....	141

<b>Figura 96</b> Principio de Simplicidad .....	141
<b>Figura 97</b> Principio de Experiencia .....	142
<b>Figura 98</b> Sketch Inicial.....	143
<b>Figura 99</b> Sketch de baja fidelidad. ....	144
<b>Figura 100</b> Wireframe Dashboard Inicio.....	145
<b>Figura 101</b> Wireframe Artículos obtenidos. ....	145
<b>Figura 102</b> Wireframe Gestión de la selección de artículos. ....	146
<b>Figura 103</b> Wireframe Artículos analizados.....	146
<b>Figura 104</b> Wireframe Artículos analizados 2.....	147
<b>Figura 105</b> Wireframe Análisis de efectos. ....	147
<b>Figura 106</b> Wireframe Análisis de efectos 2 .....	148
<b>Figura 107</b> Wireframe Análisis de efectos 3 .....	148
<b>Figura 108</b> Wireframe Taxonomía microbiana. ....	149
<b>Figura 109</b> Wireframe Microorganismos y cultivos.....	149
<b>Figura 110</b> Wireframe de Expandir objetos visuales.....	150
<b>Figura 111</b> Wireframe Botones de interacción de usuario. ....	150
<b>Figura 112</b> Dashboard de Inicio.....	151
<b>Figura 113</b> Dashboard de artículos obtenidos.....	152
<b>Figura 114</b> Dashboard de gestión de la selección de artículos. ....	153
<b>Figura 115</b> Dashboard de artículos analizados. ....	154
<b>Figura 116</b> Dashboard de artículos analizados 2. ....	154
<b>Figura 117</b> Dashboard de análisis de efectos.....	155
<b>Figura 118</b> Dashboard de análisis de efectos 2.....	156
<b>Figura 119</b> Dashboard de análisis de efectos 3.....	156
<b>Figura 120</b> Dashboard de microorganismos y cultivos. ....	157
<b>Figura 121</b> Dashboard de la taxonomía microbiana .....	158
<b>Figura 122</b> Publicación de la versión Alpha.....	159
<b>Figura 123</b> Presentación de la solución de BI versión Alpha. ....	160
<b>Figura 124</b> Primera pregunta: Edad. ....	162
<b>Figura 125</b> Segunda pregunta: Género. ....	163
<b>Figura 126</b> Tercera pregunta: Formación de Grado.....	163
<b>Figura 127</b> Cuarta pregunta: Relación con el proyecto. ....	164

<b>Figura 128</b> Quinta pregunta Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina. ....	165
<b>Figura 129</b> Sexta pregunta Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina. ....	167
<b>Figura 130</b> Séptima pregunta: Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina. ....	169
<b>Figura 131</b> Octava pregunta: ¿Cómo calificaría la primera versión de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina?.....	171
<b>Figura 132</b> Nueva lista de colores para el diseño de los dashboard. ....	172
<b>Figura 133</b> Mejora en el dashboard de artículos obtenidos. ....	173
<b>Figura 134</b> Mejora en el dashboard de selección de artículos. ....	175
<b>Figura 135</b> Mejora en el dashboard de artículos analizados. ....	176
<b>Figura 136</b> Mejora en el dashboard de microorganismos y cultivos. ....	176
<b>Figura 137</b> Nuevo dashboard de Inicio.....	177
<b>Figura 138</b> Nuevo dashboard de artículos obtenidos.....	178
<b>Figura 139</b> Nuevo dashboard de gestión de la selección de artículos. ....	178
<b>Figura 140</b> Nuevo dashboard de artículos analizados. ....	179
<b>Figura 141</b> Nuevo dashboard de artículos analizados 2. ....	179
<b>Figura 142</b> Nuevo dashboard de análisis de efectos. ....	180
<b>Figura 143</b> Nuevo dashboard de taxonomía microbiana. ....	181
<b>Figura 144</b> Nuevo dashboard de microorganismos y cultivos.....	181
<b>Figura 145</b> Nuevo dashboard de expansión de objetos visuales.....	182
<b>Figura 146</b> Nuevo dashboard de expansión del análisis de cluster de microorganismos y país-cultivo .....	182
<b>Figura 147</b> Nuevo dashboard del análisis de componente principales (PCA).....	183
<b>Figura 148</b> Procedimiento de Publicación en la web Publica.....	184
<b>Figura 149</b> Socialización PMV Versión Beta.....	185
<b>Figura 150</b> .....	187
<b>Figura 155</b> PD1. ¿Considera usted, que se han presentado problemas relacionados al proceso de visualización y análisis de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos? .....	191

<b>Figura 156</b> PD2. ¿Considera usted, que se han presentado inconsistencias o confusión al momento de realizar un análisis de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos, sin el uso de herramientas tecnológicas?.....	192
<b>Figura 157</b> PD3. ¿Considera usted, que los datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos recolectados en investigaciones podrían ser representados de tal manera, que generen mayor valor y una mejor visualización de los mismos? .....	193
<b>Figura 158</b> PD4. ¿Cree usted, que es necesario aplicar herramientas tecnológicas en el proceso de análisis, interpretación y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos?.....	194
<b>Figura 159</b> PD5. ¿Considera usted, útil implementar una solución de BI sobre los datos del uso de biofertilizantes microbianos que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, para poder mejorar la toma de decisiones de los investigadores del área de la biotecnología vegetal? .....	195
<b>Figura 160</b> PD6. ¿Considera usted, útil que la solución de BI de datos del uso de biofertilizantes microbianos se encuentre disponible en la web y en dispositivos móviles?.....	196
<b>Figura 161</b> PD7. ¿Estaría usted, dispuesto a usar una solución de BI que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos? ...	198
<b>Figura 162</b> HU1. Diseño de un dashboard de inicio para la navegación entre los diferentes dashboard.....	199
<b>Figura 163</b> HU2. Diseño de un dashboard que presente la información importante de los articulo científicos obtenidos .....	201
<b>Figura 164</b> HU3. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la gestión de la selección de artículos científicos .....	202
<b>Figura 165</b> HU4. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los artículos analizados.....	203
<b>Figura 166</b> HU5. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los efectos en cultivos aplicando los biofertilizantes microbianos .....	205
<b>Figura 167</b> HU6. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los análisis de clúster.....	206
<b>Figura 168</b> HU7. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la taxonomía microbiana.....	207
<b>Figura 169</b> HU8. Panel de opciones .....	209
<b>Figura 170</b> Resultado del analisis estadistico descriptivo PV1 .....	210
<b>Figura 171</b> Variables de Intercambio.....	211

<b>Figura 172</b> Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas ....	213
<b>Figura 173</b> Uso adecuado de los colores en la solución de BI .....	214
<b>Figura 174</b> Representación de botones e íconos en la solución de BI.....	216
<b>Figura 175</b> Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas .....	217
<b>Figura 176</b> Navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI.....	218
<b>Figura 177</b> Presentación de informes en la solución de BI.....	220
<b>Figura 178</b> Resultado del analisis estadistico descriptivo PV2 .....	221
<b>Figura 179</b> Fortalecimiento de la visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina.....	223
<b>Figura 180</b> Funcionalidad completa de la solución de BI .....	225
<b>Figura 181</b> Herramienta para la toma de decisiones basada en los datos .....	226
<b>Figura 182</b> Generación de nuevo conocimiento .....	227
<b>Figura 183</b> Representación de toda la información en la solución de BI .....	229
<b>Figura 184</b> Resultado del analisis estadistico descriptivo PV3 .....	230
<b>Figura 185</b> Formula para NPS .....	233
<b>Figura 186</b> Puntuacion de NPS.....	234

## RESUMEN

Las investigaciones del uso de biofertilizantes microbianos han aumentado significativamente con los años, y la carrera de biotecnología ha intentado abordar este desafío mediante investigación y análisis de datos. Sin embargo, se ha visto limitada por la falta de herramientas adecuadas para el análisis, visualización e interpretación de datos. Esta investigación tiene como objetivo principal desarrollar una solución de Business Intelligence (BI) para mejorar el análisis, visualización e interpretación de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos en cultivos de importancia económica en América Latina.

La recolección de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos fue realizada por la carrera de biotecnología de la Universidad Técnica del Norte. Tras un proceso de limpieza de datos, se desarrolló una solución de BI que permitió identificar información relevante dentro del uso de estos biofertilizantes. Finalmente, se llevó a cabo una encuesta para medir el nivel de satisfacción de los usuarios y la probabilidad de recomendar la solución desarrollada, utilizando la metodología Net Promoter Score (NPS).

Este estudio se basó en la metodología Kimball, Scrum y mejores prácticas en el diseño de interfaces de usuario mediante las leyes de Gestalt, lo que permitió implementar la solución de BI para mejorar el análisis y visualización de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos, facilitando así la toma de decisiones importantes basada en la información presentada.

**Palabra Clave:** Business Intelligence, Scrum, Metodología Kimball, SLR, Biofertilizantes Microbianos.

## ABSTRACT

Research into the use of microbial biofertilizers has increased significantly over the years, and the biotechnology program has attempted to address this challenge through research and data analysis. However, it has been limited by the lack of adequate tools for data analysis, visualization, and interpretation. This research has as its main objective to develop a Business Intelligence (BI) solution to improve the analysis, visualization, and interpretation of data on the use of microbial biofertilizers in crops of economic importance in Latin America.

The data collection on the use of microbial biofertilizers was carried out by the biotechnology program of the Universidad Técnica del Norte. After a data cleaning process, a BI solution was developed that allowed identifying relevant information within the use of these biofertilizers. Finally, a survey was carried out to measure the level of user satisfaction and the probability of recommending the developed solution, using the Net Promoter Score (NPS) methodology.

This study was based on the Kimball methodology, Scrum and best practices in the design of user interfaces using Gestalt laws, which allowed the implementation of the BI solution to improve the analysis and visualization of data on the use of microbial biofertilizers, thus facilitating important decision-making based on the information presented.

**Keyword:** Business Intelligence, Scrum, Kimball Methodology, SLR, Microbial Biofertilizers.

## INTRODUCCIÓN

### **Planteamiento del Problema:**

La carrera de Biotecnología de la Universidad Técnica del Norte (UTN) es una unidad académica que pertenece a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA), en donde desde el 2011 hasta la actualidad se dedica a la investigación experimental en el manejo de moléculas, microorganismos, organismos vegetales y animales, prácticas orientados a mejorar sus características, productividad, garantizando la seguridad de consumo y/o uso, además de reducir o mitigar impactos ambientales (Carrera de Biotecnología UTN, 2022).

Mediante la ejecución de una entrevista al personal académico y especialistas de la carrera de Biotecnología UTN, manifiestan que existen investigaciones sobre el uso de biofertilizantes microbianos en cultivos de América Latina.

La utilización de fertilizantes tradicionales mejora el rendimiento de varios cultivos, por esta razón su uso aumentó un 27.1% en América Latina (Reyes & Cortés, 2017). Sin embargo, varios autores mencionan que el uso excesivo de los fertilizantes sintéticos ocasiona graves problemas ambientales, económicos y sociales, impactando de forma negativa la calidad del suelo, agua, aire y la salud de los seres vivos dentro de una zona determinada (Balmford et al., 2018), así como la disminución de la productividad (Mandal et al., 2020).

Se hizo énfasis en un proyecto de titulación, desarrollado por un estudiante de CBIOTEC, donde se realizó un análisis de clúster aplicado un algoritmo de K medias para el diseño base, relacionado con la revisión sistemática de la literatura, donde se recopiló los datos referentes al tema, validados por la unidad solicitada y almacenados en una hoja de cálculo (Microsoft Excel).

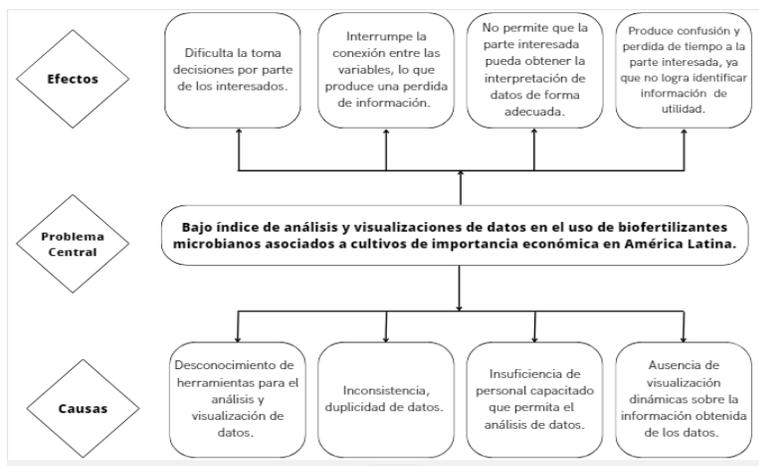
Actualmente, los datos recopilados se encuentran almacenados en un documento (Microsoft Excel), el cual puede contener riesgos obtenidos del proceso de digitalización realizado por el investigador, que van desde la alteración o pérdida de datos, inconsistencia, duplicidad, datos faltantes o valores inválidos.

Esto genera que el análisis de datos no se ejecute de una manera precisa y eficaz, dado que al no disponer de gráficos, tablas, paneles o vistas dinámicas sobre los datos, imposibilita visualizar la información del uso de los biofertilizantes microbianos, esto conlleva a que los investigadores se les dificulte el correcto análisis e interpretación de la información proporcionada y se genere el problema o inconveniente a la hora de tomar decisiones importantes sobre el tema por parte de los interesados.

Para finalizar, mediante la utilización de la matriz Vester se obtiene la relación de entre las causas y efectos, lo que permite desarrollar el árbol de problemas como se muestra en la Figura 1.

**Figura 1**

*Árbol de problemas*



*Nota:* En la Figura se muestra el árbol de problemas. Fuente: Propia

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

- Desarrollar una solución de business intelligence para fortalecer el análisis, visualización e interpretación de datos del uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivos de importancia económica en América Latina.

### ***Objetivos Específicos***

- Elaborar un marco conceptual de soluciones tecnológicas para el análisis y visualización del uso de biofertilizantes microbianos.
- Diseñar un datawarehouse del uso de biofertilizantes microbianos, aplicando la metodología Kimball como modelo dimensional.
- Construir un conjunto de informes para visualizar el grado de uso de biofertilizantes microbianos, basado en los principios Gestalt del diseño de interfaces de usuario (UI).
- Validar los resultados obtenidos de la investigación propuesta.

### **Alcance:**

Para el proyecto de titulación se pretende desarrollar un conjunto de informes, paneles y dashboard en relación con el uso de los biofertilizantes microbianos. Para su realización se aplicará las metodologías de BI con el fin de poder mejorar el grado de análisis, visualización e interpretación de los datos. Todo este proceso se lo realiza mediante la herramienta de Microsoft Power BI en el desarrollo de la solución. Con respecto a la gestión tecnológica, se basará en la metodología Scrum como marco de trabajo.

Dentro del desarrollo de la solución se tomará como base el documento en donde se encuentra almacenado la fuente de datos (Archivo de Excel), en donde se aplicarán técnicas de

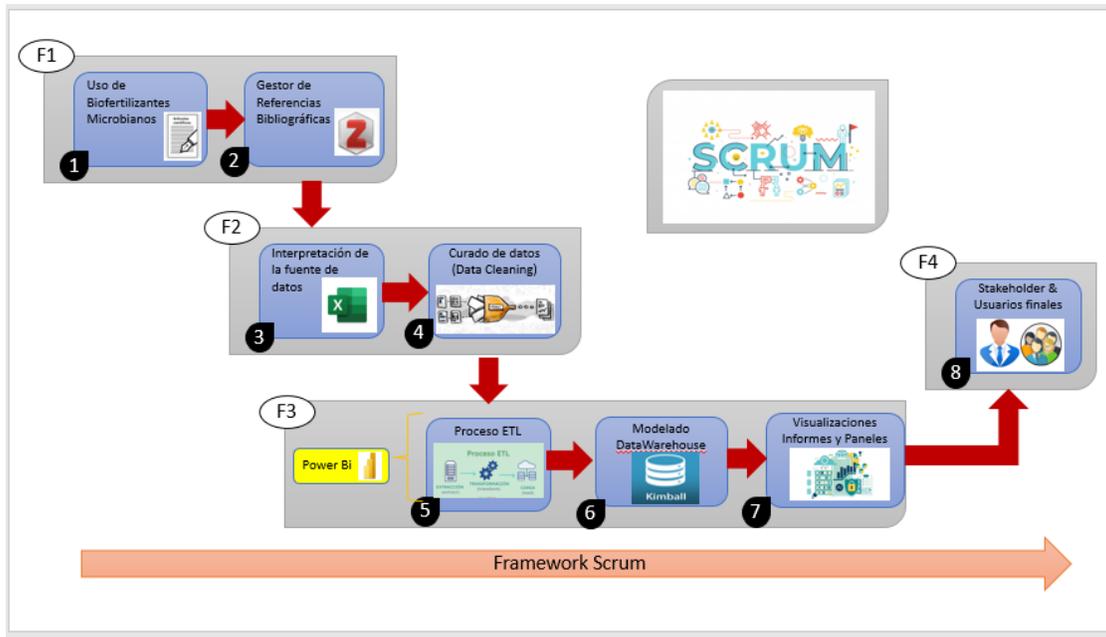
data cleaning que permitirá obtener datos más limpios que puedan ser utilizados. Se utilizará la metodología Kimball que dará paso a la creación de un datawarehouse, de acuerdo con (Maciej Serda et al., 2010) proporciona un enfoque de menor a mayor, muy versátil, y una serie de herramientas prácticas que ayudan a la implementación de un DW (DataWarehouse).

Una vez terminado el proceso de limpieza de los datos, se iniciará el proceso de ETL (Extract, Transform and Load, por sus siglas en inglés), que se presenta como el insumo final en la construcción del conjunto de informes, paneles y dashboard que permitirá una mejor visualización de los datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos. Para la realización de las actividades de ETL se utilizará la herramienta de Microsoft Power BI, mediante los motores de ejecución de Power (Query, View y Pivot), se construirán los informes de BI con base en los principios de la teoría de Gestalt para el diseño de interfaces (UI).

Para finalizar, la comprobación de la relación entre la variable dependiente y la variable independiente, se utilizarán técnicas estadísticas (pruebas de dos variables) mediante la herramienta de R Studio. Los resultados obtenidos estarán basados en la experiencia de visualización, análisis e interpretación de datos que brinda la plataforma BI a los investigadores, todo el proceso del desarrollo de este proyecto se puede evidenciar en la Figura 2; se debe indicar que la investigación se realizará a partir de la fase 2, dado que la fase 1 fue ejecutada en un trabajo de titulación de la carrera de Biotecnología de la UTN.

**Figura 2**

*Desarrollo del Proyecto*



*Nota:* En la Figura se muestra el desarrollo del proyecto. Fuente: Propia

**Metodología**

El proyecto se realizará mediante una investigación tipo aplicada, en cual tiene un enfoque estadístico (cuantitativo y cualitativo), con lo cual se planea construir una solución BI con la metodología Kimball y la metodología Scrum como el marco de trabajo para la gestión del proyecto.

Para el cumplimiento del primer objetivo se lo realizara mediante una revisión de la literatura con respeto a la aplicación de la metodología SLR con el enfoque de consultas primarias en donde según (Angraini, 2019) se definen las siguientes fases como se describe en la Figura 3.

### Figura 3

#### *Fases de la Metodología SLR*



*Nota:* En la Figura se presenta las fases de la metodología SLR. Fuente: Propia

Para el cumplimiento del segundo objetivo, se lo realizara mediante una apropiada técnica de data cleaning como modelo de curación de datos, se utilizara formatos tabuladores en la fuente primaria de datos sobre el uso de biofertilizante microbianos proporcionada por el equipo de investigadores, con los datos limpios se diseñara un datawarehouse mediante la metodología Kimball, en donde se aplicara un modelo dimensional BI utilizando el proceso ETL el cual permitirá extraer, transformar y cargar los datos para la publicación de la información que genere valor a la investigación (Ihab Ilyas, 2019).

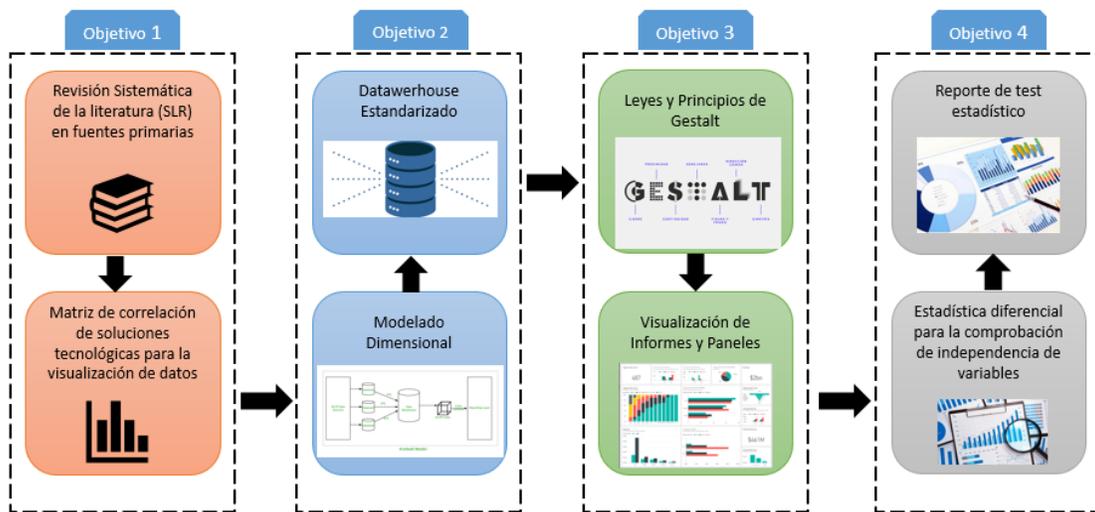
Para la ejecución del tercer objetivo se aplicará los principios del diseño de interfaces de usuario, donde se tomará como referencia las leyes Gestalt del diseño UI, en la cual se utilizará la plataforma Microsoft Power BI para la realización de los diferentes informes, paneles, y objetos visuales que se requiera por el equipo de investigadores (Maldonado Saldaña, 2019).

Por último, para el cumplimiento del cuarto objetivo se validará y verificará la información de los informes, paneles y objetos de visualización de la solución de Business Intelligence mediante un instrumento de investigación tipo encuesta y estudios descriptivos como define (Hernández-Sampieri, 2018) que se utilizará para recolectar la experiencia de

visualización, análisis e interpretación de datos que brinda la plataforma BI a los investigadores, finalmente se aplicará un test de estadística inferencial para poder comprobar la independencia entre dos variables (Hernández-Sampieri, 2018). Todo el proceso metodológico del proyecto se puede evidenciar en la Figura 4.

**Figura 4**

*Diagrama de la Metodología*



*Nota:* En la Figura se presenta el diagrama con la metodología correspondiente. Fuente: Propia

**Justificación:**

Para el desarrollo de una solución de BI que permita analizar los datos del uso de biofertilizantes microbianos obtenidos de investigaciones afines con el área de biotecnología ambiental, se apoya en la solución del objetivo (ODS) N°15, donde intenta gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad (Moran Mirtha, 2015). Entre las 12 metas propuestas dentro de este objetivo, el presente proyecto de titulación se enfocará en la meta N°15.3, donde se menciona la lucha contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos

degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo (Moran Mirtha, 2015).

En el plan de Creación de Oportunidades 2021-2025, el presente proyecto se relaciona con el Objetivo N°3: Fomentar la productividad y competitividad en los sectores agrícola, industrial, acuícola y pesquero, bajo el enfoque de la economía circular, presente en su meta N°3.1.2. Aumentar el rendimiento de la productividad agrícola nacional (Merchán Jairon, 2021).

Para finalizar, dentro del Plan Nacional de Agropecuaria, el presente proyecto se relaciona con la Política de Sostenibilidad Ambiental y Adaptación al Cambio Climático, en el enfoque de asegurar la sostenibilidad ambiental en la producción agropecuaria y forestal primaria introduciendo prácticas amigables con el medio ambiente (FAO & Rimisp, 2020).

**Justificación Tecnológica.** - El siguiente proyecto brindará un entorno tecnológico como herramienta que permita a los interesados (especialistas, investigadores) del área de biotecnología ambiental, analizar y visualizar los datos del uso de biofertilizantes microbianos, permitiendo mejorar la toma de decisiones en el área.

**Justificación Metodológica.** - Dentro del proyecto se realizará una investigación cuantitativa y cualitativa, que permita dar paso a la descripción de las cualidades del uso de biofertilizantes microbianos, mediante instrumentos de investigación se recolectaran los datos, así generando un nuevo conocimiento. Además, se puede decir que la investigación es del tipo exploratoria descriptivo según el alcance del mismo.

**Justificación Económica.** - Este proyecto ayudará a conocer la relación entre el uso-precio de los biofertilizantes microbianos, permitiendo conocer los inconvenientes existentes y formular estrategias que permitan la mejor forma de implementar su uso, mientras se reducen los costos de compra de fertilizantes sintéticos

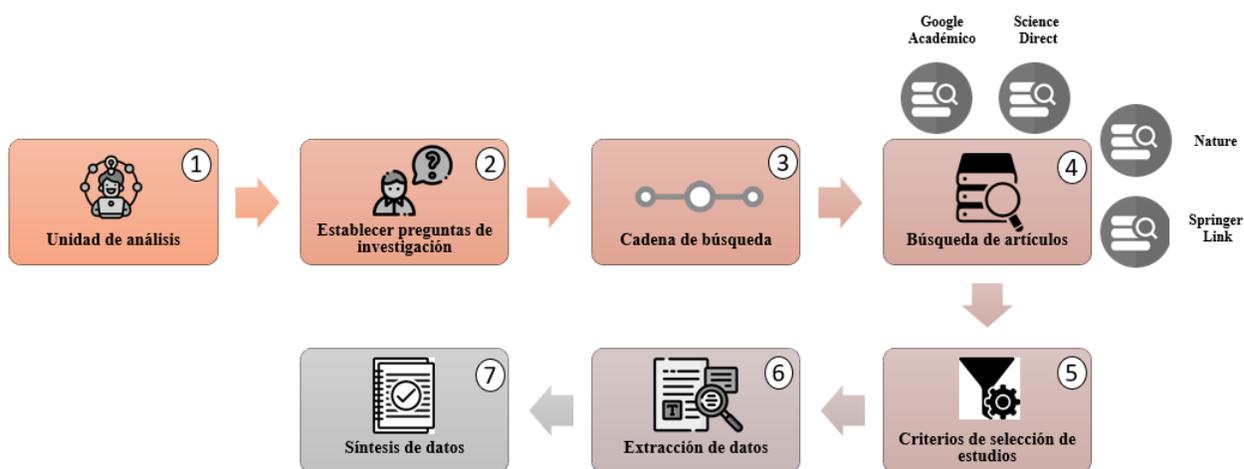
# CAPÍTULO I

## 1.1. Revisión de la Literatura

Una revisión de la literatura (SLR) es un método de investigación diseñado para abordar una pregunta específica, este enfoque se basa en la revisión y síntesis de estudios e investigaciones realizadas de un tema específico. La SLR implica la identificación, evaluación y resumen de la información disponible, permitiendo tener una comprensión más completa del tema de estudio. En la Figura 5 ilustra de manera grafica el proceso de SLR (van Dinter et al., 2021).

**Figura 5**

*Pasos en el proceso SLR*



*Nota:* En la Figura se muestra los pasos en el proceso de un SLR. Fuente: Propia

### 1.1.1. Unidad de Análisis

Indagar las soluciones de visualización se usan para analizar datos en estudios de investigación sobre los biofertilizantes microbianos en el área de agricultura y medio ambiente.

### 1.1.2. Establecer Preguntas de Investigación

Se establecen las preguntas de investigación (PRI) requeridas para llevar a cabo el estudio como se evidencia en la Tabla 1, la cual proporciona una descripción de la motivación detrás de la investigación.

**Tabla 1**

*Preguntas de Investigación*

Nro.	Preguntas de Investigación	Motivación
PRI-01	¿Cuáles son las clasificaciones de los biofertilizantes microbianos?	Conocer las diferentes clasificaciones de los biofertilizantes microbianos.
PRI-02	¿Cuáles son las herramientas tecnológicas que permiten analizar datos de biofertilizantes?	Conocer las diversas herramientas disponibles para el análisis de datos de biofertilizantes microbianos
PRI-03	¿Cuáles son las herramientas que permiten visualizar datos de biofertilizantes?	Conocer las diversas herramientas disponibles para la visualización de datos de biofertilizantes microbianos
PRI-03	¿Cuáles son los enfoques metodologías para el desarrollo de una solución de BI dentro de los datos de biofertilizantes?	Determinar la metodología necesaria para el desarrollo de la solución de BI.

*Nota:* En la tabla se presenta la nomenclatura de las preguntas (PRI-XX). Fuente: Propia

### **1.1.3. Cadena de Búsqueda**

Una cadena de búsqueda es un conjunto de palabras claves escritas por el investigador, permitiendo optimizar la precisión de la búsqueda y recuperación de la literatura necesaria para la investigación (van Dinter et al., 2021).

Como se muestra en la Figura 6, se presenta la cadena de búsqueda utilizada en el presente estudio.

#### **Figura 6**

##### *Cadena de Búsqueda*

(technology OR software) OR (analysis OR visualization) OR (Power BI OR (Business and intelligence) OR Data science) OR (Biofertilizers OR microbes OR microbial biofertilizers OR classification)
--

*Nota:* En la Figura se presenta la cadena de búsqueda utilizada para la investigación. Fuente: Propia

### **1.1.4. Búsqueda de Artículos**

Una vez definidos las preguntas y la cadena de búsqueda, se inicia la investigación de documentos en los diferentes repositorios disponibles. Los repositorios seleccionados para esta investigación incluyen: Google Académico, Science Direct, MDPI, Nature, Springer Link.

### **1.1.5. Resultado de Artículos**

La cadena de búsqueda se utilizó para iniciar con la investigación en los repositorios mencionados en el punto 1.1.4. A continuación, en la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos.

**Tabla 2**

*Resultados de la Búsqueda de investigaciones científicas*

<b>Repositorios de búsqueda Científica</b>	<b>Resultados</b>
Google Académico	20.500
Science Direct	1.000.000
Nature	633.312
MDPI	196.457
Total	1.850.269

*Nota:* En la tabla se muestra los resultados de la búsqueda de investigaciones científicas. Fuente: Propia

#### **1.1.6. Criterios de Selección de Estudios**

Dentro de la selección de artículos, se aplican varios filtros (inclusión y exclusión) que nos permitan evaluar y simplificar las diversas investigaciones encontradas de acuerdo con las necesidades requeridas. A continuación, se presentan las diferentes fases (filtros) a utilizar.

- **Fase 1:** Aplicación de la cadena de búsqueda presentada.
- **Fase 2:** Filtración de publicaciones en un rango de cinco años, es decir, desde 2019 hasta 2024.
- **Fase 3:** Según el repositorio de búsqueda se utilizaron distintos filtros enfocados en el idioma, tipo de artículo, áreas temáticas de estudio, disciplina y subdisciplina.
- **Fase 4:** Aplicadas las fases anteriores los artículos resultantes que incluyan las palabras de cadena de búsqueda, se realiza la lectura del artículo que aporte información al tema de estudio.

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos al aplicar cada filtro.

**Tabla 3***Números resultantes de los artículos aplicando los criterios de selección*

<b>Repositorios de búsqueda</b>	<b>Fase 1</b>	<b>Fase 2</b>	<b>Fase 3</b>	<b>Fase 4</b>
<b>Científica</b>				
Google Académico	20.500	15.300	60	11
Science Direct	1.000.000	500.000	50	7
Nature	633.312	240.578	30	2
MDPI	196.457	179.053	40	2
<b>Total de artículos</b>	<b>1.850.269</b>	<b>934.931</b>	<b>180</b>	<b>22</b>

*Nota:* En la tabla se muestra los resultados de los artículos aplicando los criterios de selección.

Fuente: Propia

### **1.1.7. Extracción de Datos**

A continuación, en la Tabla 4, se detalla el título de los 22 artículos científicos seleccionados, de los cuales se extrajo la información necesaria para la investigación.

**Tabla 4***Detalles de artículos*

<b>Código</b>	<b>Título</b>	<b>Fuente</b>
	Biofertilizers as Strategies to Improve Photosynthetic	(Anli et al., 2020)
AR1	Apparatus, Growth, and Drought Stress Tolerance in the Date Palm.	
AR2	Biofertilizers Improve the Leaf Quality of Hydroponically Grown Baby Spinach ( <i>Spinacia oleracea</i> L.).	(Dasgan et al., 2023)
AR3	Elucidating the effect of biofertilizers on bacterial diversity in maize rhizosphere soil.	(Wang et al., 2021)

---

AR4	Effect of biofertilizers on leaf yield, nitrate amount, mineral content and antioxidants of basil ( <i>Ocimum basilicum</i> L.) in a floating culture.	(Dasgan et al., 2022)
AR5	Integrated analysis of potential microbial consortia, soil nutritional status, and agro-climatic datasets to modulate P nutrient uptake and yield effectiveness of wheat under climate change resilience.	(Yahya et al., 2023)
AR6	Impact of Soil Acidity Influenced by Long-term Integrated Use of Enriched Compost, Biofertilizers, and Fertilizer on Soil Microbial Activity and Biomass in Rice Under Acidic Soil.	(Patra et al., 2021)
AR7	Diversity and structural characteristics of soil microbial communities in different habitats of wild <i>Lilium regale</i> Wilson in Wenchuan area.	(Xie et al., 2021)
AR8	Biofertilizer: The Future of Food Security and Food Safety.	(Daniel et al., 2022)
AR9	Taxonomic response of bacterial and fungal populations to biofertilizers applied to soil or substrate in greenhouse-grown cucumber.	(Wu et al., 2022)
AR10	Formulation of biofertilizers from oil palm empty fruit bunches and plant growth-promoting microbes: A comprehensive and novel approach towards plant health.	(M. S. Mahmud & Chong, 2021a)
AR11	Biofertilizers: A Nexus between soil fertility and crop productivity under abiotic stress.	(A. A. Mahmud et al., 2021)
AR12	Biofertilizer-induced response to cadmium accumulation in <i>Oryza sativa</i> L. grains involving exogenous organic matter and soil bacterial community structure.	(Jin et al., 2021)
AR13	<i>Bacillus subtilis</i> biofertilizer mitigating agricultural ammonia emission and shifting soil nitrogen cycling microbiomes.	(Sun et al., 2020)

---

AR14	Bacillus and microalgae biofertilizers improved quality and biomass of <i>Salvia miltiorrhiza</i> by altering microbial communities.	(Wei et al., 2023)
AR15	Comparative analysis of metabolic mechanisms in the remediation of Cd-polluted alkaline soil in cotton field by biochar and biofertilizer.	(Zhu et al., 2023)
AR16	Microbial biofertilizers increase fruit aroma content of <i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i> by improving photosynthetic efficiency.	(Duan et al., 2021)
AR17	Alteration of oral flora in betel quid chewers in Sri Lanka.	(Uehara et al., 2021)
AR18	Metagenomic data of bacterial community from different land uses at the river basin, Kelantan.	(Rupert et al., 2020)
AR19	Agricultura biológica em Portugal : a importância da utilização de ferramentas de business intelligence na integração e visualização de dados.	(Gomes & Da Costa, 2019)
AR20	Análisis para la planeación estratégica de la producción de berries en México mediante la implementación de Business Intelligence.	(Kersey-Maldonado, 2022)
AR21	Implementación de una solución Business Intelligence para apoyar en la toma de decisiones en la Empresa Agro Micro Biotech SAC	(Lozano Pinchi & Lozano Pinchi, 2019)
AR22	Estudio bibliométrico sobre biofertilizantes en México durante el período 2015-2020	(Coutiño-Puchuli et al., 2023)

*Nota:* En la tabla se muestran detalles de cada artículo encontrado. Fuente: Propia

### 1.1.8. Matriz de Conceptos

Analizada la información contenida en los artículos seleccionados, se elaboró una matriz que resume los puntos clave relacionadas al tema de estudio. A continuación, en la Tabla 5 se presenta el resultado obtenido.

**Tabla 5***Selección de Información*

<b>Código</b>	<b>Clasificación de biofertilizantes</b>	<b>Herramientas tecnológicas para el análisis de datos de biofertilizantes</b>	<b>Herramientas tecnológicas para la visualización de datos de biofertilizantes</b>	<b>Business Intelligence</b>	<b>Datawarehouse</b>	<b>Modelo Dimensional</b>	<b>Proceso ETL</b>
AR1	X	X	X				
AR2		X	X				
AR3		X	X				
AR4		X					
AR5		X					
AR6		X					
AR7	X	X	X				
AR8	X						
AR9		X					
AR10	X						
AR11	X						
AR12		X	X				
AR13		X	X				
AR14		X					
AR15		X	X				
AR16		X					
AR17		X					
AR18		X					
AR19				X	X	X	X
AR20				X	X	X	X
AR21				X			

---

*Nota:* En la tabla se muestra la selección de la información de los artículos seleccionados.

Fuente: Propia

## **1.2. Biofertilizantes**

Los biofertilizantes se definen como fertilizantes vivos, ya que poseen microorganismos como hongo o bacterias, que permiten estimular el desarrollo del crecimiento de las plantas mediante asociaciones o interacciones. Además, presenta una mejora en la fertilidad y calidad del suelo lo que conlleva una apropiada nutrición y crecimiento de las plantas (A. A. Mahmud et al., 2021; M. S. Mahmud & Chong, 2021a).

La aplicación de biofertilizante mejora el rendimiento de diversos cultivos en alrededor de un 25% en relación con los fertilizantes tradicionales (M. S. Mahmud & Chong, 2021b), además presenta mejoras que promueven la aptitud de las plantas, aumenta el rendimiento, tolerancias ambientales (Anli et al., 2020), controlar enfermedades y aumentar la calidad de los productos (Dasgan et al., 2023).

### **1.2.1. Clasificación de los Biofertilizantes**

Según (M. S. Mahmud & Chong, 2021; Anli et al., 2020; Nosheen et al., 2021), menciona que los biofertilizantes se clasifican según el tipo de microorganismos presentes y su modo de acción. Los biofertilizantes comúnmente utilizados son: fijadores de nitrógeno (fijadores de N), solubilizadores de potasio (solubilizadores de K), solubilizadores de fósforo (solubilizadores de P) y rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR). En la tabla 6 se detalla la información de cada uno.

**Tabla 6***Clasificación de biofertilizantes microbianos y su funcionamiento.*

<b>Biofertilizante</b>	<b>Ejemplos de Microorganismos</b>	<b>Funcionamiento</b>
Fijadoras de nitrógeno.	<i>Rhizobium</i> sp. <i>Azospirillum</i> sp. <i>Bacillus</i> sp. Algas verdiazules	Estos microorganismos funcionan fijando el nitrógeno (N) de la atmosfera y lo convierte en nutrientes para ser absorbidos por las plantas.
Biofertilizante solubilizante de potasio (PSB)	<i>Bacilo</i> sp. <i>Aspergillus niger</i>	Estos microorganismos funcionan produciendo ácidos orgánicos que descomponen los compuestos silicitos que desprende los iones metálicos, dando paso a la absorción de la planta.
Biofertilizante solubilizante de fosforo (fosfato)	<i>Aspergillus</i> sp. <i>Bacillus</i> sp. <i>Pseudomonas</i> sp.	Estos microorganismos funcionan solubilizando el fosfato P insoluble en soluble mediante la secreción de ácidos orgánicos, permitiendo que las plantas lo absorban.
Biofertilizante promotor del crecimiento vegetal (PGPB)	<i>Pseudomonas</i> sp. <i>Agrobacterium</i>	Estos microorganismos funcionan produciendo hormonas y

	<i>Achromobacter</i>	antimetabolitos que ayudan a promover el crecimiento de raíces, mejora la descomposición de materia orgánica.
	<i>Xanthomonas</i>	Estos microorganismos funcionan moviendo la forma no disponible de potasio (silicatos) del suelo.
Biofertilizante movilizador de potasio (PMB)	<i>Bacilo</i> sp.	Estos microorganismos funcionan mediante la producción de ácidos orgánicos que solubilizan el zinc.
Biofertilizante solubilizador de zinc (ZSB)	<i>Serratia</i> sp.	Estos microorganismos trabajan oxidando el azufre elementalmente para convertirlos en sulfatos que absorbe la planta.
Biofertilizante oxidante de azufre (SOB)	<i>Thiobacillus</i> sp.	Estos microorganismos funcionan movilizándolo y eliminando el fosfato P insoluble del suelo.
Biofertilizantes movilizadores de fosfato (PMB)	Micorrizas	

---

*Nota:* En la tabla se muestra la clasificación de los biofertilizantes microbianos y su

funcionamiento. Fuente: (A. A. Mahmud et al., 2021)

### 1.3. Herramientas Tecnológicas Para el Análisis de Datos de Biofertilizantes

En la Figura 7, se presenta las herramientas tecnológicas para el análisis de datos de biofertilizantes.

**Figura 7**

*Herramientas tecnologías para el análisis de datos*



*Nota:* En la Figura se muestra las herramientas tecnologías para el análisis de datos. Fuente: Propia

**XLSTAT.** Es una potente y flexible herramienta de análisis de datos estadísticos integrada en Microsoft Excel, utilizada por más de 150,000 usuarios en 120 países. Esta herramienta permite analizar, personalizar y compartir resultados sin necesidad de codificación, y es fácil de operar y procesar datos. XLSTAT ofrece gráficos personalizados y complementos para informes de datos, además de ser intuitiva y fácil de usar. (XLSTAT, n.d.).

Según se menciona en el estudio (Anli et al., 2020), se utiliza el software XLSTAT como herramienta de análisis de datos, donde realizó un análisis de componentes principales (PCA)

dentro de un conjunto de datos completo que incluye datos de crecimiento, fisiológicos y bioquímicos.

**JMP.** Es una herramienta de análisis estadístico que integra visualización interactiva con estadísticas avanzadas, facilitando a los usuarios la exploración y el análisis de datos de manera eficiente. Este software está diseñado especialmente para científicos e ingenieros, permitiéndoles resolver problemas críticos y compartir conocimientos para tomar decisiones basadas en datos. Su plataforma no requiere codificación, lo que la hace accesible para usuarios con diversos niveles de habilidad técnica. Además, JMP posee un conjunto de herramientas para la preparación de datos, el análisis, gráficos, entre otros (JMP, n.d.).

Según se menciona en el estudio (Dasgan et al., 2023), se utiliza el software JMP como herramienta de análisis de datos, presenta una variedad de análisis tales como: análisis de varianza (ANOVA) donde se comprueba el efecto de los tratamientos, las medias de los tratamientos se compararon mediante diferencia mínima significativa (LSD),

**STATISTIX 10.** Es una herramienta de análisis de datos creada para investigadores que requieren capacidades estadísticas avanzadas sin necesidad de programación. Este software ofrece una amplia gama de funciones para la manipulación de datos y permite la importación y exportación de archivos en formato Excel y texto. Los usuarios pueden realizar análisis tanto básicos como avanzados, incluyendo regresión lineal, modelos no lineales, pruebas no paramétricas, análisis de series temporales, pruebas de asociación, análisis de supervivencia, control de calidad y análisis de potencia (*Statistix - Home*, n.d.).

Según nos menciona en el estudio (Yahya et al., 2023), se utilizó el software STATISTIX 10 como herramienta para el análisis de datos, donde se analizaron estadísticamente mediante

ANOVA, la diferencia menos significativa (LSD) que comparó las variaciones entre los tratamientos con un nivel de confianza del 5%.

**IBM SPSS Statistics.** Es una herramienta de análisis estadístico avanzada, diseñada para usuarios de todos los niveles, desde principiantes hasta analistas experimentados. Con una interfaz intuitiva, facilita la gestión y el análisis de grandes conjuntos de datos, permitiendo obtener conclusiones prácticas para tomar decisiones basadas en datos. Sus procedimientos estadísticos avanzados y técnicas de modelado ayudan a optimizar estrategias organizacionales, prever comportamientos de clientes, pronosticar tendencias del mercado, detectar fraudes y realizar investigaciones precisas (*IBM SPSS Statistics*, n.d.).

Según se menciona en los estudios (Yahya et al., 2023; Jin et al., 2021; Uehara et al., 2021; Sun et al., 2020; Wei et al., 2023; Zhu et al., 2023; Duan et al., 2021; Wu et al., 2022; Xie et al., 2021), cada uno de estos estudios utilizó el software SPSS en sus diferentes versiones como herramienta de análisis de datos, donde se realizaron: análisis de componentes principales (PCA), análisis de correlación de Pearson, prueba U de Mann-Whitney, análisis de varianza univariado (ANOVA), la prueba de Tukey y pruebas T.

**QIIME (Quantitative Insights Into Microbial Ecology).** Es una aplicación de código abierto, diseñada principalmente para realizar análisis de secuenciación que abarcan desde la manipulación de secuencias crudas hasta la interpretación y gestión de bases de datos. Esta herramienta es capaz de llevar a cabo una amplia variedad de análisis relacionados con comunidades microbianas que incluyen la exploración de redes y la creación de histogramas de diversidad entre diferentes muestras (Jin et al., 2021; Caporaso et al., 2010)

Según se menciona en los estudios (Jin et al., 2021; Uehara et al., 2021; Rupert et al., 2020; Wu et al., 2022; Xie et al., 2021), cada uno de estos estudios utilizó el software QIIME

como herramienta de análisis de datos, donde se analizaron: datos de secuenciación de alto rendimiento de salida, análisis de taxonomía bacteriana oral, proceso de control de calidad, índice Chao1 y índice de Shannon.

**FLASH.** Es una herramienta bioinformática creada para fusionar lecturas emparejadas derivadas de fragmentos de ADN más cortos que el doble de la longitud de las lecturas individuales. Esta herramienta es especialmente útil para mejorar la precisión de los ensamblajes genómicos, ya que las lecturas fusionadas resultan ser más largas y precisas. FLASH evalúa todos los posibles solapamientos entre lecturas de un par y elige el solapamiento que minimiza los errores, optimizando así la precisión del ensamblaje genómico (FLASH, n.d.)

Según se menciona en los estudios (Jin et al., 2021; Rupert et al., 2020; Wu et al., 2022; Xie et al., 2021), cada uno de estos estudios utilizó el software FLASH como una herramienta de software de análisis que ayuda a analizar y encontrar la superposición correcta entre lecturas de extremos emparejados, donde se analizó: lecturas recortadas de los extremos del par y secuenciación Miseq.

**CANOCO.** Es una herramienta diseñada para el análisis y visualización de datos multivariantes, con un enfoque especial en métodos de ordenación. Integra técnicas estadísticas como el análisis de regresión y la ordenación restringida, siendo ideal para ecologistas e investigadores afines. Canoco facilita el flujo de trabajo analítico al combinar la importación de datos, el análisis y la representación gráfica en un solo proyecto en el campo de la ecología y varios campos relacionados (Canoco, n.d.)

Según se menciona en los estudios (Jin et al., 2021; Rupert et al., 2020), cada uno de estos estudios utilizó el software de CANOCO como herramienta de análisis de datos, donde se

analizaron: la redundancia basada en la distancia (RDA) para examinar la relación entre los taxones bacterianos y los factores ambientales.

**PRIMER 7.** Es una herramienta diseñada para el análisis de datos ecológicos y ambientales. Ofrece una variedad de herramientas para el análisis estadístico multivariante, centrándose en la comparación de muestras basadas en datos biológicos, ambientales y químicos. PRIMER 7 integra métodos como el análisis de clústeres, la ordenación y las pruebas de hipótesis, esenciales para entender las complejas relaciones y patrones ecológicos. Es ampliamente utilizado en biología marina, ecología y ciencias ambientales para explorar, visualizar e interpretar conjuntos de datos multivariantes de manera efectiva (PRIMER-e, n.d.)

Según se menciona en el estudio (Uehara et al., 2021), se utilizó el software PRIMER 7 como herramienta para el análisis de datos, donde se analizó el permutacional (PERMANOVA) para la métrica de distancia ponderada.

**UPARSE.** Es una herramienta bioinformática diseñada para la agrupación de unidades taxonómicas operacionales (OTU) de alta precisión a partir de lecturas de secuenciación de próxima generación de genes marcadores, utiliza un algoritmo único para generar OTUs que son predicciones altamente precisas de secuencias biológicas (Edgar, 2013).

Según se menciona en los estudios (Rupert et al., 2020; Xie et al., 2021), se utilizó el software UPARSE como herramienta para el análisis de datos, donde se analizó: OTU (Unidades taxonómicas operativas) según un nivel de similitud del 97%.

**Software R.** Es una potente herramienta estadística que ofrece una amplia gama de técnicas que permiten realizar una variedad de análisis estadísticos, desde modelos lineales y no lineales hasta pruebas estadísticas clásicas, análisis de series temporales y clustering. Además,

ofrece poderosas capacidades de visualización, permitiendo crear gráficos detallados y personalizados, promoviendo un análisis de datos eficiente y detallado (R, n.d.)

Según se mencionan en el estudio (Sun et al., 2020), se utilizó el software R como herramienta para el análisis de datos, donde se analizó la similitud de la comunidad bacteriana según el análisis de coordenadas principales (PCoA) basado en matrices de distancias de Bray-Curtis

**SAS:** (Statistical Analysis System) es una herramienta de análisis de datos y estadística creado para ayudar a empresas y organizaciones en la toma de decisiones informadas. Ofrece una plataforma sólida para análisis avanzado, incluyendo minería de datos, análisis predictivo, gestión de datos y estadísticas. SAS permite a los usuarios detectar patrones, predecir tendencias y mejorar procesos empresariales (SAS, n.d.).

Según se menciona en el estudio (Patra et al., 2021), se utilizó el software SAS como herramienta para el análisis de datos, donde se realizó análisis de varianza (ANOVA), pruebas de Tukey y la matriz de correlación y regresión.

#### **1.4. Herramientas Tecnológicas Para la Visualización de Datos de Biofertilizantes**

En la Figura 8, se presenta las herramientas tecnológicas para la visualización de datos de biofertilizantes.

## Figura 8

### *Herramientas tecnológicas para la visualización de datos*



*Nota:* En la Figura se muestra las herramientas tecnológicas para la visualización de datos.

Fuente: Propia.

**CLUSTVIS.** Esta herramienta web que facilita la creación de gráficos de análisis de componentes principales (PCA) y mapas de calor a partir de datos multivariantes. La interfaz de usuario permite cargar archivos de datos de texto delimitados y generar visualizaciones personalizadas sin necesidad de programación. ClustVis emplea PCA para reducir la dimensionalidad de los datos, lo que ayuda a los usuarios a identificar patrones y relaciones de manera intuitiva. Esta herramienta es especialmente útil para científicos y analistas que buscan una forma sencilla y rápida de interpretar datos complejos (Dasgan et al., 2023).

Según se menciona en el estudio (Dasgan et al., 2023), se utilizó el software CLUSTVIST como herramienta de visualización de datos, donde se presenta la información para probar el efecto de los tratamientos, mediante la matriz de correlación de Pearson

**Software R.** Es una potente herramienta estadística que ofrece una amplia gama de técnicas que permiten realizar una variedad de análisis estadísticos, desde modelos lineales y no

lineales hasta pruebas estadísticas clásicas, análisis de series temporales y clustering. Es altamente extensible, lo que permite a los usuarios mejorar sus capacidades agregando nuevas funciones y paquetes. Una de las características más destacadas de R es su capacidad para crear gráficos y visualizaciones de alta calidad, lo que lo convierte en una opción popular entre estadísticos e investigadores (R, n.d.).

Según se mencionó en el estudio (Wang et al., 2021) se utilizó el software R como herramienta de visualización de datos, donde se realizó el análisis de componentes principales (PCA) para investigar la similitud de la estructura comunitaria entre diferentes muestras.

**Gephi.** Es un software de código abierto diseñada para la visualización y análisis de redes y sistemas complejos. Permite a los usuarios interactuar con representaciones de datos, manipular estructuras, formas y colores para descubrir patrones ocultos. Es particularmente útil para analistas de datos y científicos que necesitan explorar y comprender gráficos de manera intuitiva. Gephi soporta gráficos dinámicos y jerárquicos, ofreciendo características como visualización en tiempo real, filtrado dinámico y algoritmos de disposición avanzados. Es compatible con varios formatos de archivos de gráficos y ofrece amplias opciones de personalización para exportar visualizaciones (Gephi, n.d.)

Según se menciona en el estudio (Jin et al., 2021), se utilizó el software Gephi como herramienta de visualización de datos, donde se realizó el análisis de red para examinar las relaciones entre diferentes taxones bacterianos.

**Origin.** Es una herramienta que combina análisis y gráficos, utilizado por más de un millón de científicos e ingenieros en diversas industrias, académicos y laboratorios gubernamentales en todo el mundo. Ofrece una interfaz intuitiva ideal para principiantes y se adapta con funciones avanzadas a medida que te familiarizas con la herramienta. Permite crear

gráficos de alta calidad y realizar análisis de datos sin necesidad de programación. Además, puedes ampliar sus funcionalidades mediante la instalación de aplicaciones gratuitas desde su sitio web y conectarlo con herramientas como MATLAB, LabVIEW o Microsoft Excel para obtener capacidades adicionales. (Origin, n.d.).

Según se menciona en el estudio (Zhu et al., 2023), se utilizó el software Origin como herramienta de visualización de datos, donde los datos se presentan los resultados del análisis de la importancia de las diferencias en el contenido de Cd (cadmio) del algodón, las formas de Cd del suelo y la biomasa de las raíces entre grupos, todos los gráficos se dibujaron utilizando el software Origin.

### **1.5. The Huttenhower Lab**

The Huttenhower Lab es un grupo de investigación del Centro Chan de Harvard para el Microbioma en Salud Pública, dedicada a comprender la función de las comunidades microbianas, específicamente el microbiano humano. Además de su enfoque en la investigación, el grupo brinda apoyo a otros campos de estudio de las comunidades microbianas mediante el desarrollo de métodos y herramientas especializadas. Entre ellas, la plataforma bioBakery, diseñada para la bioinformática y bioestadística de microbiomas (Home – The Huttenhower Lab, n.d.).

La página de bioBakery proporciona y ofrece una variedad de herramientas y aplicaciones desarrolladas por su laboratorio, ligadas al marco de trabajo y la aplicación web Galaxy. En este entorno se encuentra una variedad de recursos para análisis metagenómicos y genómicos funcionales, destinados a investigación y uso académico (Galaxy, n.d.).

### 1.5.1. Herramientas de The Huttenhower Lab en el Campo de los Microbianos

A continuación, en la Figura 9 se presenta las herramientas tecnológicas utilizadas por The Huttenhower Lab en el campo de los microbianos.

**Figura 9**

*Herramientas de The Huttenhower Lab*



*Nota:* En la Figura se muestra las Herramientas de The Huttenhower Lab. Fuente: Propia.

**SparseDOSSA2.** Se trata de un paquete R diseñado para adaptar y simular observaciones de la abundancia microbiana, mediante una variedad de funcionalidades: generación de observaciones microbianas sintéticas realistas, aumento de asociaciones con variables de metadatos, etc. (Galaxy, n.d.).

**MMUPHin.** Es un paquete R que implementa métodos de metanálisis para analizar perfiles de comunidades microbianas. Presenta varias interfaces enfocadas en: ajuste de efectos

de estudio y lotes controlados por covariables, pruebas metaanalíticas de abundancia diferencial y descubrimiento metaanalíticas, etc. (*Galaxy*, n.d.).

**MetaPhlAn.** Es una herramienta computacional que permite perfilar la composición de comunidades microbianas, incluyendo (Bacterias, Archaea y Eukaryotes) a partir de datos de secuenciación metagenómica a nivel de especie (*Galaxy*, n.d.).

**LEfSe.** Es un algoritmo utilizado para descubrir y explicar biomarcadores de alta dimensión que identifica características genómicas como genes, vías o taxones, que caracterizan las diferencias entre dos o más condiciones biológicas (*Galaxy*, n.d.).

**GraPhlAn.** Es una herramienta también llamada anillos, se utiliza para representar los elementos gráficos externos al propio árbol, se pueden visualizar como "mapas de calor circulares", "diagramas de barras circulares" y elementos similares (como elementos indicadores). (*Galaxy*, n.d.)

**MaAsLin.** Es una herramienta especializada en la determinación de la asociación multivariable entre metadatos clínicos y características meta'ómicas microbianas. (*Galaxy*, n.d.)

## 1.6. Aplicación de Inteligencia de Negocios en Investigaciones Relacionadas

En la investigación "Agricultura biológica em Portugal: a importância da utilização de ferramentas de business intelligence na integração e visualização de dados", se destaca la urgencia de optimizar la gestión y el análisis de datos agrícolas dentro del sector de la agricultura biológica en Portugal. El estudio enfatiza que la falta de integración y visualización efectiva de los datos impide que los agricultores y otros actores del sector aprovechen plenamente la información disponible, lo que limita la mejora en productividad y sostenibilidad de sus prácticas. Para abordar esta problemática, se implementaron herramientas de Business Intelligence (BI), utilizando la plataforma "**Power BI**" para integrar y visualizar los datos

agrícolas. Esta solución permitió consolidar información de diversas fuentes y desarrollar dashboards interactivos y reportes detallados (Gomes & Da Costa, 2019).

La investigación "Análisis para la planeación estratégica de la producción de berries en México mediante la implementación de Business Intelligence" resalta la necesidad urgente de mejorar la planificación estratégica en el sector de la producción de berries en México, dado su creciente potencial económico. Destacando la importancia de integrar y analizar datos para tomar decisiones bien fundamentadas. Para abordar esta necesidad, se implementaron herramientas de business intelligence (BI), utilizando la plataforma “**Tableau**” para facilitar el análisis y la planificación estratégica. La creación de informes interactivos y dashboards personalizados permitió a los productores de berries obtener una visión integral de sus operaciones, mejorando así la precisión y eficiencia en la toma de decisiones (Kersey-Maldonado, 2022).

La investigación "Implementación de una solución Business Intelligence para apoyar en la toma de decisiones en la Empresa Agro Micro Biotech SAC" subraya la necesidad crucial de mejorar el proceso de toma de decisiones en la empresa, que se dedica a la producción de biofertilizantes y productos agrícolas. La falta de una visión clara y consolidada de los datos operativos y de mercado estaba afectando la competitividad y eficiencia de Agro Micro Biotech SAC en un sector agrícola muy dinámico. Para resolver este problema, se implementó una solución de business intelligence (BI) que permitió integrar y analizar datos relevantes. Se utilizó “**Microsoft Power BI**” para crear dashboards interactivos y reportes detallados que consolidaron información sobre ventas, producción y rendimiento del mercado. Gracias a estas herramientas, la empresa pudo obtener una visión más precisa de sus operaciones y tendencias del mercado, lo que facilitó una toma de decisiones más rápida y basada en datos (Lozano Pinchi & Lozano Pinchi, 2019).

El estudio "Estudio bibliométrico sobre biofertilizantes en México durante el período 2015-2020" destaca la necesidad de analizar las tendencias y el impacto de la investigación en biofertilizantes en México, en un contexto de creciente interés e inversión en este campo. Este análisis se vuelve crucial para mejorar la sostenibilidad agrícola, dado que no existía un estudio exhaustivo que reflejara cómo ha evolucionado la investigación en los últimos años. La investigación subraya que una evaluación bibliométrica es clave para identificar los temas predominantes, las principales instituciones y los autores más influyentes en este ámbito. Para realizar esta evaluación, se utilizaron herramientas de business intelligence (BI) y técnicas de análisis bibliométrico, empleando software como "VOSviewer" y "Bibliometrix". Estas herramientas permitieron recopilar y analizar datos bibliográficos de publicaciones relacionadas con los biofertilizantes. Los investigadores pudieron detectar patrones y tendencias en la producción científica sobre biofertilizantes, estableciendo una base sólida para futuras investigaciones y el desarrollo de políticas en el sector (Coutiño-Puchuli et al., 2023).

## **1.7. Bussines Intelligence Utilizado Como Herramienta Estratégica para el Análisis de Datos.**

### **1.7.1. Definición**

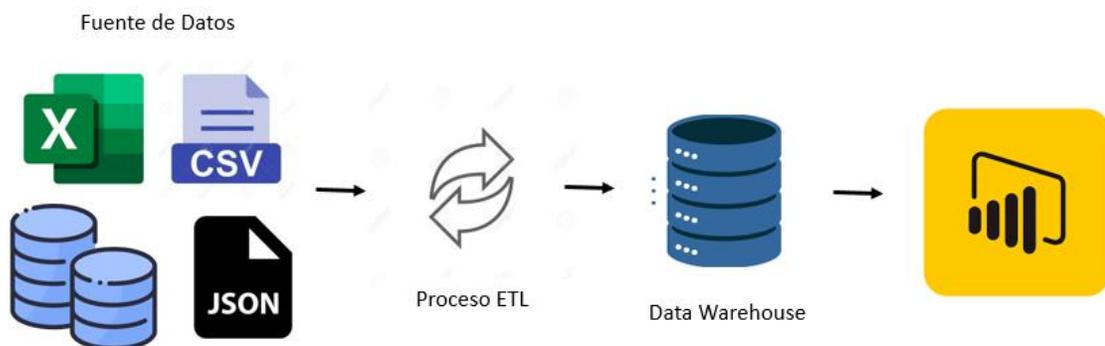
Bussines Intelligence (BI) o inteligencia de negocios es una herramienta utilizada para proporcionar conocimiento a usuarios en varios niveles de una organización con información útil y de fácil uso, a través de la interactúan entre varios elementos: almacenamiento, procesamiento y distribución de información, mejorando el soporte de actividades dentro de las organizaciones, apoyando la toma de decisiones y desarrollando estrategias para alcanzar sus objetivos establecidos (Gomes & Da Costa, 2019; Kersey-Maldonado, 2022).

Utilizando Bussines Intelligence permite el acceso, exploración y estructuración de la información almacenada en un Datawarehouse o Data Mart. Esta información, combinada con las herramientas tecnológicas asociadas, influye en la percepción actual de la tecnología de la información, además de su importante dentro de la implementación en las organizaciones, ya que puede mejorar la competitividad de una empresa (Gomes & Da Costa, 2019).

En resumen, la inteligencia de negocios es un proceso que implica una serie de prácticas para acceder y analizar información, mejorando así la toma de decisiones e identificando oportunidades valiosas, lo que a su vez incrementa el rendimiento de la organización. A continuación, en la Figura 10 se presenta el proceso dentro del entorno de inteligencia de negocio.

### Figura 10

*Proceso del entorno de Bussines intelligence BI*



*Nota:* En la Figura se muestra el proceso del entorno de Bussines Intelligence BI. Fuente: Propia.

#### 1.7.2. Metodologías de Diseño y Construcción de DataWarehouse (DW)

Hoy en día, hay diversas metodologías que proporcionan directrices para el diseño y construcción de sistemas de Datawarehouse. Aunque cada autor tiene un enfoque arquitectónico distinto, todas estas metodologías están orientadas a ofrecer soluciones efectivas que apoyen los

objetivos estratégicos de las organizaciones. En términos generales, estas metodologías brindan un marco estructurado que organiza los componentes del sistema, evitando así diseños que no cumplan con las necesidades del usuario final (Castañeda & Garcia, 2022).

Un DataWarehouse o almacén de datos se encargan de extraer datos de diversas fuentes heterogéneas ya sean internos o entregados por terceras personas pasar y someterse a un proceso de limpieza y transformadas para respaldar la toma de decisiones, pero conseguir datos importantes representa uno de los desafíos más grandes ya que consume aproximadamente el 80% del tiempo y los recursos disponibles. Además, una vez conseguida la información se almacena tomando en cuenta no ser volátiles y considerar variaciones en el tiempo (Gomes & Da Costa, 2019).

Dentro del DataWarehouse la información presentada deber ser fácilmente accesible y su contenido debe ser comprensible con datos intuitivos y evidentes para las personas quienes los utilizarán, y las herramientas de acceso deben ser simples y fáciles de usar, proporcionando resultados de consultas de manera rápida y eficiente.

Según menciona (Castañeda & Garcia, 2022), elegir la metodología adecuada para implementar un sistema de Datawarehouse no es sencillo debido a que los requisitos específicos de cada proyecto y los objetivos organizacionales juegan un papel crucial en esta decisión.

Cuando se diseña un Datawarehouse existen dos metodologías principales: Ralph Kimball y el de Bill Inmon. Ambos presentan y comparten similitudes, pero ofrecen descripciones diferentes en el diseño de datawarehouse, el modelo de Kimball presenta mejores ventajas entre ambas metodologías (Kersey-Maldonado, 2022). En la Figura 11 se presenta una comparativa entre ambos modelos.

## Figura 11

*Comparación entre la metodología de Ralph Kimball y Bill Inmon*

Parámetro	Inmon	Kimball
Construcción del Data Warehouse	Alto consumo de tiempo	Bajo consumo de tiempo
Mantenimiento	Simple	Complejo, redundante, y sujeto a revisiones
Costo	Altos costos iniciales, con fases subsecuentes más económicas	Bajos costos iniciales, con costos bajos también en fases subsecuentes
Tiempo	Altos tiempos de implementación	Bajos tiempos de implementación
Nivel de habilidad	Requiere equipo de especialistas	De más fácil acceso para incursionadores
Requerimientos de integración de datos	Nivel corporativo	Nivel departamental

*Nota:* En la Figura se muestra la comparación entre la metodología de Ralph Kimball y Bill Inmon. Fuente: (Kersey-Maldonado, 2022)

En relación con los modelos de datos, según (Kersey-Maldonado, 2022), tanto el modelo de estrella como el modelo copo de nieve son válidos. Se usará el modelo de estrella ya que facilita la comprensión de la construcción de un sistema de BI. En la Figura 12 se presenta una comparativa entre ambos modelos.

## Figura 12

*Comparación entre el modelo Estrella y el modelo Copo de nieve.*

Parámetro	Modelo de copo de nieve	Modelo de estrella
Normalización	3ra forma normal	Denormalización de la 2da forma normal
Uniones	Alto número de uniones (joins)	Bajo número de uniones (joins)
Facilidad de uso	Consultas complejas y difíciles de entender	Consultas simples y fáciles de entender
Desempeño	Altos tiempos de ejecución por la cantidad de llaves foráneas	Bajos tiempos de ejecución por la cantidad de llaves foráneas (baja o nula)
Mantenimiento	Fácil de dar mantenimiento por la ausencia de redundancia	Difícil de dar mantenimiento por la presencia de redundancia
Dimensiones	Múltiples tablas para una sola dimensión	Tablas únicas para cada dimensión

Nota: En la Figura se muestra la comparación entre el modelo estrella y el modelo copo de nieve

Fuente: (Kersey-Maldonado, 2022)

La utilización del modelo estrella se presenta debido a la presencia de tablas únicas para cada dimensión que ayuda a que las consultas sean más simples, a través de menos uniones y dependencias, Estas tablas son conocidas como tabla de dimensiones y hechos.

### 1.7.3. Metodología Ralph Kimball

Según (Castañeda & Garcia, 2022) mencionan que la metodología de Ralph Kimball se centra en el ciclo de vida dimensional del negocio. Este ciclo de la vida se basa en cuatro principios básicos que se detallan a continuación:

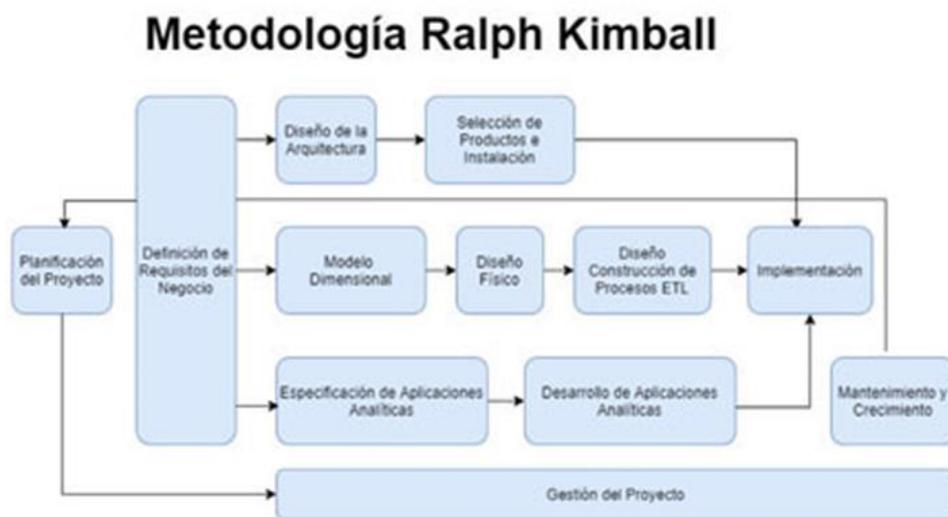
- **Centrarse en el negocio:** Un punto crucial es tener un profundo entendimiento del negocio para implementar un modelo efectivo basado en los requerimientos claros.

- **Construir una infraestructura de información adecuado:** Se requiere de un análisis exhaustivo de la información a fin de generar modelos apropiados para los datamarts.
- **Realizar entregas en incrementos significativos:** Propone realizar entrega en plazos acordados con la organización, evitando periodos demasiado largos.
- **Ofrece la solución completa:** Garantiza la entrega de un diseño funcional que cumpla con las expectativas de la organización, donde se incluye: herramientas de consulta, aplicación y graficas para informes y soportes adecuados.

Siguiendo esta metodología facilita la creación de un DataWarehouse al permitir el diseño y construcción de datamarts específicos alineados con las necesidades de diferentes áreas de la organización. En la Figura 13 se presenta el ciclo de vida de la metodología de Kimball.

**Figura 13**

*Ciclo de vida de la metodología de Ralph Kimball*



*Nota:* En la Figura se presenta el ciclo de vida de la metodología de Kimball. Fuente: (Castañeda & García, 2022)

De acuerdo con la Figura anterior se observa que el ciclo de vida de la metodología de Kimball se divide en varias capas o fases necesarias que completan su ciclo de vida, Estas son las siguientes:

**Capa de Planificación.** actividades, alcance, objetivos, stakeholders y gestión de riesgos. Actividades clave incluyen la definición de alcance, programación de tareas, planificación de recursos, asignación de trabajo y elaboración de documentos de planificación de proyecto.

**Capa de Definición de Requerimientos.** Se centra en capturar y analizar los requerimientos del sistema para comprender lo que se espera que haga el sistema, sin entrar en detalles de implementación. Se puede utilizar la matriz de procesos dimensionales (Bus matriz).

Bus matriz o matriz de almacenamiento de datos empresariales es una herramienta de diseño que ilustra los procesos comerciales fundamentales dentro de una organización junto con su estructura dimensional correspondiente.

**Capa de modelado Dimensional.** Es crucial para la creación del modelo de DataWarehouse (DW). Donde incluye:

- **Elegir el proceso de negocio:** Se elige el proceso específico que será modelado. Esta elección se basa en un análisis previo de requerimientos de negocio realizado por el área estratégica de la organización
- **Establecer el nivel de granularidad:** Se establece el nivel de detalle necesario para describir con precisión el modelo dimensional. Este nivel de detalle es crucial porque guiará la construcción posterior de tablas de hechos, dimensiones
- **Elegir las dimensiones:** Representan entidades con atributos que apoyan la estructura de las tablas de hechos, utilizando nombres sustantivos como plan, fecha, artículo, entre otros ejemplos válidos

- **Identificar las tablas de hechos y medidas:** Consiste en identificar los hechos clave. Las tablas de hechos son entidades que almacenan resultados numéricos de operaciones comerciales, vinculados a las dimensiones previamente definidas

Según se mencionó en (Kersey-Maldonado, 2022), las tablas de hechos y dimensiones se definen como:

- **Tabla de Dimensiones:** Dentro de un datawarehouse se almacena atributos utilizados para agrupar, dividir o filtrar información, esta tabla suele contener una gran cantidad de columnas o encabezado, lo que se busca mediante la tabla dimensional es priorizar la rapidez de las consultas, además de agrupar la mayor cantidad de atributos posibles en una sola tabla con el riesgo de perder integridad en la información.
- **Tabla de Hechos:** Dentro de un datawarehouse son tablas compuestas por métricas o valores numéricos asociados a las dimensiones mediante identificadores. Esta combinación de tablas (hechos y dimensiones) da origen a modelos estrella, ya que cada tabla de hechos está relacionada a una o más tablas de dimensiones.

**Capa de Diseño Físico.** Se implementa el modelo dimensional en un entorno físico, considerando dimensionamiento, configuración de servidores, instalación de software y otros aspectos técnicos necesarios para soportar los procesos transaccionales.

**Capa de Diseño e Implementación del Subsistema de ETL:** Se define el diseño e implementación del subsistema ETL, que incluye la extracción, transformación y carga de datos desde fuentes diversas hacia el modelo diseñado, asegurando la calidad de los datos y su preparación para su uso en inteligencia de negocios.

**Capa de Implementación:** Finalmente, se realiza la implementación integral del modelo, integrando el diseño lógico y físico y asegurando que la solución sea accesible y usable para los

usuarios de negocio, con atención especial en capacitación, soporte y estrategias de mantenimiento.

### **1.8. Cuadrante Mágico Para Plataformas de Business Intelligence**

El Cuadrante Mágico de Gartner (Magic Quadrant en inglés) representa la culminación de una exhaustiva investigación sobre un mercado específico, ofreciendo una visión clara de las posiciones relativas de los competidores en dicho mercado. A través de su representación gráfica y el uso de un conjunto uniforme de criterios de evaluación, el Cuadrante Mágico permite identificar rápidamente cómo los proveedores de tecnología están implementando sus estrategias y qué tan bien se están desempeñando en comparación con la visión de mercado de Gartner (Gartner, 2024)

Según (Gartner, 2024) menciona, cada cuadrante mágico se representa con un gráfico de dos ejes: el eje vertical mide el conocimiento del mercado, mientras que el eje horizontal evalúa la capacidad de ejecución tal como se indica en la Figura 14. Esta representación gráfica posiciona a los proveedores de tecnología en una de las siguientes cuatro categorías respectivamente:

- **Líderes:** Tienen un desempeño bien según la visión actual del mercado y están bien posicionados para el futuro.
- **Visionarios:** Comprenden hacia dónde se dirige el mercado o tienen una visión para cambiar sus reglas, pero aún tienen limitaciones en su capacidad de ejecución.
- **Jugadores de Nicho:** Se enfocan con éxito en un segmento pequeño o están dispersos y no innovan ni superan a la competencia de manera significativa.

- **Retadores o Aspirantes:** Se desempeñan bien en la actualidad y pueden dominar un segmento grande, pero no demuestran una buena comprensión de la dirección futura del mercado.

## Figura 14

### Cuadrante Mágico para plataformas de Business Intelligence

Figure 1: Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms



Gartner (June 2024)

Gartner

Nota: En la Figura se presenta el cuadro mágico de Gartner. Fuente: (Kim Manis, 2024)

Un punto para tener en cuenta, centrarse únicamente en la categoría de líderes no siempre es la mejor estrategia. Pueden existir razones válidas para considerar a los aspirantes, y un jugador de nicho puede satisfacer tus necesidades mejor que un líder del sector. Todo depende de

cómo cada proveedor se alinea con tus objetivos comerciales y las características del proyecto a realizar.

### 1.9. Plataformas Útiles Para Business Intelligence

En el mercado de los negocios, donde los datos son esenciales, contar con herramientas que puedan transformar esos datos en conclusiones significativas, facilitan la toma de decisiones fundamentadas en información precisa y actualizada. Las plataformas de BI son cruciales para convertir los datos en ventajas competitivas, permitiendo a las organizaciones optimizar sus procesos, mejorar la experiencia del cliente y aumentar la eficiencia operativa (SIGN CONSULTING , n.d.)

En la Tabla 7 se presenta un cuadro comparativo donde se presenta información de varias plataformas utilizados dentro para Business Intelligence.

**Tabla 7**

*Comparativa entre diferentes plataformas de BI.*

Plataforma	Característica Principal	Ventajas	Desventajas
Tableau	Dashboard interactivos, gráficos avanzados.	Interfaz intuitiva, visualización avanzada, múltiples fuentes de datos.	Curva de aprendizaje empinada, costo elevado.
Microsoft Power BI	Integración con servicios Microsoft, informes y dashboard accesibles.	Integración con productos Microsoft, versión gratuita, visualización diversa.	Requiere habilidades técnicas para capacidades avanzadas, limitaciones en la versión gratuita.

Pentaho	Solución de código abierto, integración con múltiples fuentes de datos.	Personalización avanzada, comunidad activa, costo competitivo.	Requiere habilidades técnicas avanzadas, interfaz menos intuitiva.
QlikView/Qlik Sense	Análisis profundo, exploración detallada.	Análisis en tiempo real, enfoque asociativo, dashboards flexibles.	Formación específica, costo elevado.
Oracle BI	Suite integral para organizaciones grandes.	Robusta y escalable, integración con bases de datos Oracle.	Menos intuitiva, costo y requerimientos técnicos elevados.
Domo	Plataforma en la nube, visualizaciones en tiempo real.	Basada en la nube, conectividad amplia, uso sencillo.	Costo elevado para pequeñas y medianas empresas, limitaciones en funcionalidades avanzadas.
Sisense	Soluciones end-to-end, desde la preparación hasta la visualización.	Procesamiento rápido, dashboards interactivos, manejo de grandes datos.	Curva de aprendizaje empinada, costo elevado.

*Nota:* En la Tabla se muestra una comparativa entre plataformas de BI. Fuente: Propia

### **1.10. Plataforma Microsoft Power BI**

Microsoft Power BI es una plataforma de inteligencia empresarial diseñada para que las empresas puedan recopilar, transformar, analizar y visualizar datos de manera eficiente. Este sistema se integra con múltiples fuentes de datos, permitiendo la creación de informes interactivos y dashboards personalizados que facilitan la toma de decisiones basadas en datos

precisos y actualizados. Power BI está diseñado para ser accesible a usuarios de diversos roles, desde analistas de datos y desarrolladores hasta ejecutivos de negocios, proporcionando una interfaz intuitiva y funcionalidades avanzadas sin requerir una programación extensa (Power BI, n.d.).

El funcionamiento de Power BI se basa en tres componentes principales:

- Power BI Desktop
- Power BI Service
- Power BI Mobile

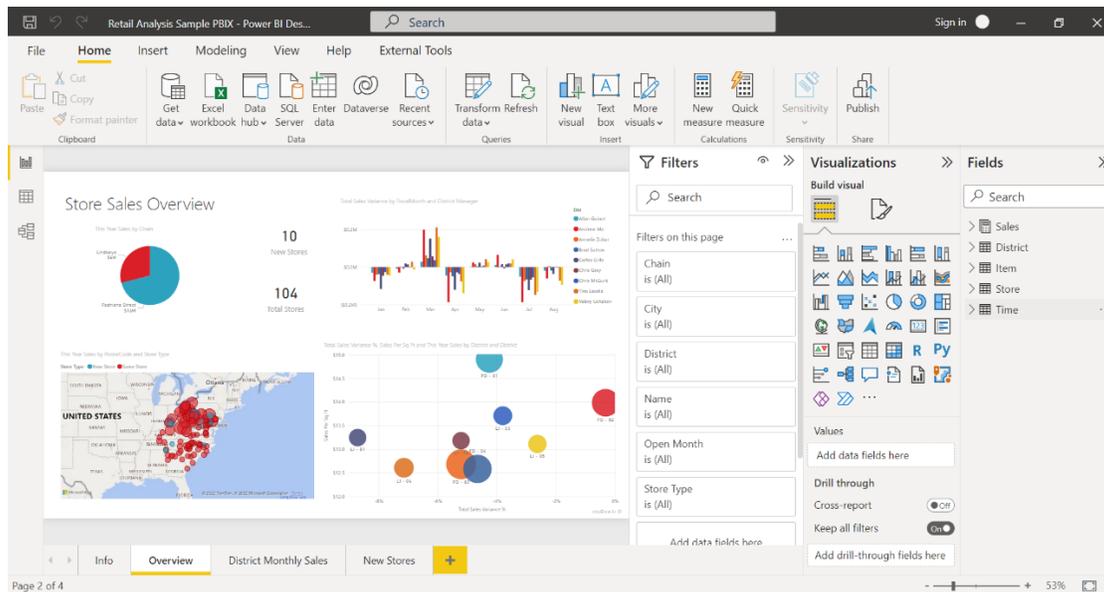
Los usuarios generalmente comienzan en Power BI Desktop, donde pueden conectar diversas fuentes de datos, transformar y modelar esos datos, y luego crear informes visuales. Estos informes pueden ser publicados en Power BI Service, una plataforma en la nube que permite compartir y colaborar en dichos informes. Además, los usuarios pueden acceder a estos informes desde cualquier dispositivo a través de Power BI Mobile, garantizando la accesibilidad y actualización en tiempo real (Power BI, n.d.).

### **1.10.1. Microsoft Power BI Desktop**

Power BI Desktop (Figura 15) es una aplicación gratuita que se instala en el equipo local y facilita la conexión, transformación y visualización de datos. Esta herramienta permite a los usuarios conectar múltiples fuentes de datos y combinarlas en un modelo de datos integrado, lo que se conoce como modelado. A partir de este modelo, se pueden crear objetos visuales y colecciones de visualizaciones que se comparten como informes con otros miembros de la organización. La mayoría de los usuarios utilizan Power BI Desktop para diseñar informes y posteriormente emplean el servicio Power BI para compartirlos (Power BI, n.d.).

**Figura 15**

*Ventana de trabajo de Power BI Desktop*



*Nota:* En la Figura se presenta la ventana de trabajo de Power BI Desktop. Fuente: (Power BI, n.d.)

Microsoft Power BI ofrece una gama de funciones principales que hacen de esta herramienta una opción poderosa para la inteligencia empresarial. A continuación, se detallada la información de cada una de ellas.

- **Conexión con los datos:** Los usuarios pueden conectarse a una variedad de fuentes de datos, desde bases de datos SQL hasta hojas de cálculo de Excel y archivos CSV.
- **Transformación y limpieza de datos:** Con el Editor de Power Query integrado, los datos pueden ser transformados y limpiados para crear un modelo de datos

útil. Esto incluye cambiar tipos de datos, eliminar columnas y combinar datos de diversas fuentes.

- **Creación de objetos visuales:** Los usuarios pueden crear visualizaciones gráficas, como gráficos de barras y otros tipos de gráficos, arrastrando campos al lienzo del informe.
- **Creación de informes:** Los informes son colecciones de objetos visuales que presentan diferentes aspectos de los datos modelados. Estos informes pueden incluir varias páginas, similar a un archivo de Excel con múltiples hojas de cálculo.
- **Compartir informes:** Una vez creados, los informes pueden ser publicados en el servicio Power BI, permitiendo su acceso a cualquier miembro de la organización con una licencia de Power BI. [05]

### 1.10.2. Creación de Objetos Visuales

Power BI permite a los usuarios crear visualizaciones gráficas avanzadas, como gráficos de barras, gráficos de líneas, mapas, gráficos de dispersión, y muchas otras opciones. Los usuarios pueden arrastrar y soltar campos al lienzo del informe para generar estas visualizaciones. Este proceso es intuitivo, permitiendo que incluso los usuarios sin experiencia técnica puedan crear gráficos y visualizaciones informativas. Además, Power BI ofrece opciones para personalizar las visualizaciones mediante ajustes en el diseño, formato y estilo, permitiendo a los usuarios resaltar aspectos específicos de los datos para comunicar mejor sus análisis (Power BI, n.d.)

### **1.10.3. Creación de Informes**

Dentro de Power BI los informes son colecciones de objetos visuales que presentan distintos aspectos de los datos modelados. Estos informes pueden ser muy detallados, incluyendo múltiples páginas que funcionan de manera similar a las hojas de cálculo en un archivo de Excel. Los informes permiten a los usuarios explorar diferentes dimensiones de los datos, proporcionando una visión holística y detallada del panorama empresarial, permitiendo un análisis segmentado y específico de los datos (Power BI, n.d.)

### **1.10.4. Compartir informes**

Una vez que los informes están creados y afinados, Power BI facilita su publicación en el servicio Power BI. Esta funcionalidad es crucial para la colaboración dentro de las organizaciones, ya que permite que cualquier miembro con una licencia de Power BI pueda acceder a los informes. Publicar los informes en el servicio Power BI también permite a los usuarios interactuar con los informes en tiempo real, acceder a datos actualizados y colaborar en las decisiones basadas en datos (Power BI, n.d.).

## **CAPÍTULO II**

### **2. Desarrollo**

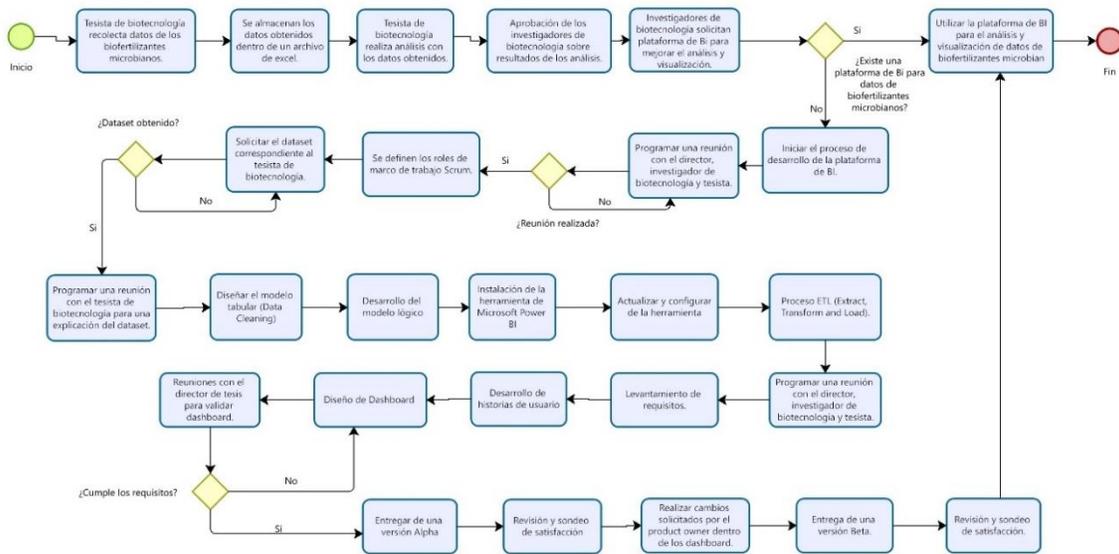
En este capítulo se describe el proceso de desarrollo de la solución de Bussines Intelligence, resaltando cada etapa y los métodos empleados para garantizar su efectividad. Para ello, se utiliza el marco de trabajo Scrum, facilitando la colaboración entre los miembros del equipo, permite una rápida adaptación a los cambios y asegura la entrega de resultado incrementales. De esta manera, se garantiza que la solución cumpla con los objetivos y las necesidades del proyecto.

#### **2.1. Proceso de Investigación**

Con el fin de cumplir con uno de los aspectos presente dentro del trabajo de grado, se establece como objetivo la obtención de conocimiento sobre el proceso involucrado en la recolección de información acerca del uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivo de importancia económica en América Latina. Este propósito se lo realizo mediante una entrevista con el titular Sebastián Andrade, permitiendo adquirir la información necesaria para diseñar un diagrama correspondiente. A continuación, en la Figura 16 se presenta el diagrama de procesos.

**Figura 16**

*Diagrama de Procesos*



*Nota:* En la Figura se muestra el diagrama de procesos. Fuente: Propia

**2.2. Marco de Trabajo Scrum**

Scrum es un marco liviano reconocida dentro del desarrollo ágil, se ha utilizado en una gran variedad de entorno y diversos propósitos dentro y fuera de su área de estudio el desarrollo de software. Este marco ayuda a personas, equipos y organizaciones a general valor a través de soluciones optimas, facilitando la colaboración dentro de equipos de trabajo, dirigidos hacia objetivos previamente establecidos mediante un ciclo de iteraciones cortas (2-4 semanas) dando paso a una rápida retroalimentación de los usuarios y las partes interesadas sobre el desarrollo de la solución (Hron & Obwegeser, 2022; Michael et al., 2021).

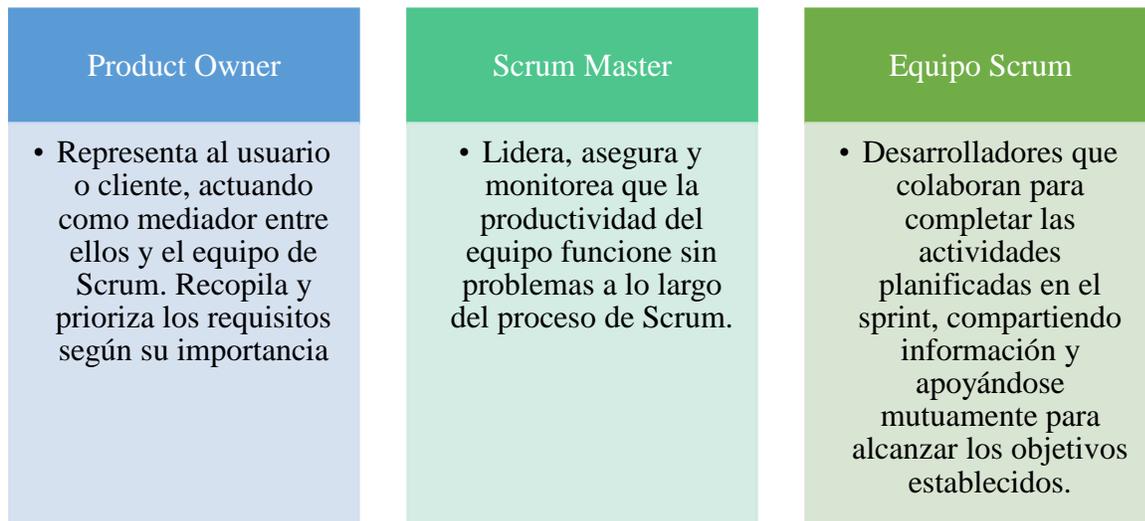
**2.2.1. Roles de Scrum**

Según (Morandini et al., 2021), los roles dentro de Scrum son los siguientes: Product Owner (PO), Scrum Master (SM). Development Team o equipo de desarrollo (DT), representan

al equipo comprometido con las actividades en cada Sprint dando valor al producto final. En la Figura 17 se presenta la información de cada uno.

### Figura 17

#### *Roles de Scrum*



*Nota:* En la Figura se presenta la información de cada uno de los roles de Scrum. Fuente: Propia

#### **2.2.2. Eventos Scrum**

Cada evento en Scrum ofrece una oportunidad formal para inspeccionar y adaptar los artefactos de Scrum, además de establecer una regularidad que minimice la necesidad de reuniones adicionales (Ken Schwaber & Jeff Sutherland, 2020). En la Figura 18 se presenta la información detallada de cada evento.

## Figura 18

### Eventos de Scrum



*Nota:* En la Figura se presenta la información de los eventos de Scrum. Fuente: Propia

### 2.2.3. Artefactos de Scrum

Los artefactos de Scrum representan trabajo o valor, y cada uno de ellos implica un compromiso para garantizar que proporcionan información que mejore la transparencia y enfoque para medir el progreso (Ken Schwaber & Jeff Sutherland, 2020). En la Figura 19 se presenta la información de cada artefacto de Scrum.

## Figura 19

### Eventos de Scrum

Pila de Producto (Product Backlog)	Trabajo pendiente de Sprint (Sprint Backlog)	Incremento (Incremento)
<ul style="list-style-type: none"><li>• Una lista emergente y ordenada de lo que se necesita para mejorar el producto. Esta lista es la única fuente de trabajo para el equipo y es mantenida por el Product Owner, donde cada elemento se ordena por prioridad y pueden cambiar continuamente.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presenta un conjunto de elementos seleccionados de la pila de productos para el sprint, junto con el plan para entregarlos. El sprint debe ser lo más posible claro para que el equipo de desarrollo logre conocer y alcanzar los objetivos del sprint.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cantidad de elementos de la pila de producto completados durante el sprint. Al finalizar el sprint, el equipo de desarrollo se encarga de verificar y realizar mejoras en el producto fina.</li></ul>

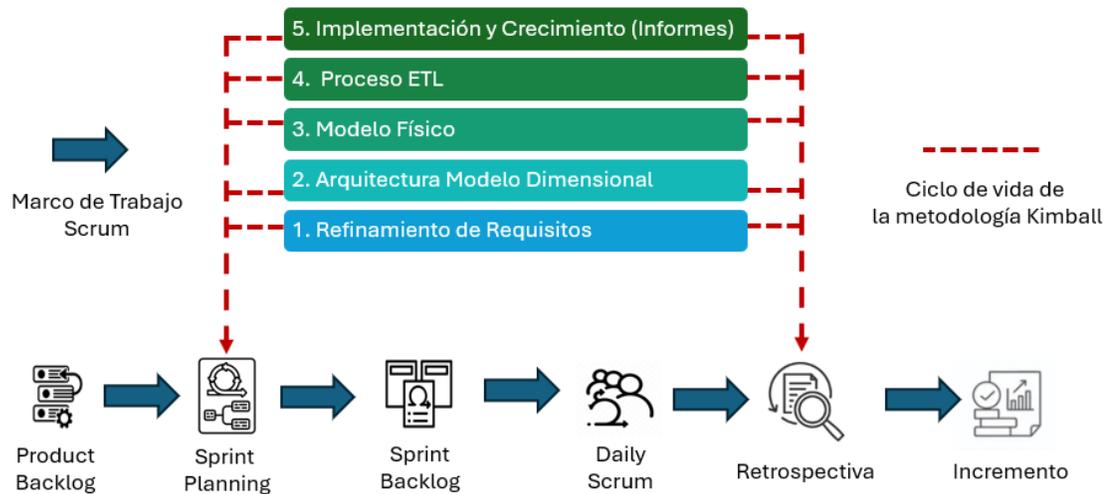
*Nota:* En la Figura se presenta la información de los artefactos de Scrum. Fuente: Propia

#### 2.2.4. Integración de la Metodología Kimball y Scrum en el Desarrollo de Solución de BI

El marco de trabajo Scrum se ha vuelto popular dentro del desarrollo de soluciones de BI, debido a su énfasis en la iteración rápida, colaboración entre equipos de desarrollo y las parte interesadas, y la retroalimentación continua. Al combinar este enfoque con la metodología Kimball, se logra desarrollar soluciones de BI de forma incremental, lo que proporciona varios beneficios significativos, incluyendo la mejorada de las soluciones de BI y una mayor satisfacción del cliente (Sihombing Denny, 2024). En la Figura 20 se presenta la información sobre la integración entre Scrum y la metodología Kimball.

**Figura 20**

*Integración entre Scrum y la metodología de Kimball.*



*Nota:* En la Figura 14 se presenta la integración entre el marco de trabajo Scrum y la metodología de Kimball. Fuente: Propia

### **2.2.5. Conformación del Equipo de Trabajo**

La conformación del equipo de trabajo Scrum para el desarrollo de la solución de Business Intelligence BI es una parte importante para lograr el éxito del proyecto, este equipo multidisciplinario debe estar compuesto por el Product Owner, Scrum Master y el Equipo de Desarrollo, los cuales definen y desempeñan un papel crucial para definir las prioridades y los requisitos necesario para lograr los objetivos previstos, además de proveedor de una estrecha colaboración entre los roles para permitir una gestión ágil y eficiente. En la Tabla 8 se presente al equipo de trabajo.

**Tabla 8***Roles principales del proyecto*

Rol	Nombre	Descripción
Product Owner	Biolog. Sania Ortega. MSc	Investigador de Biotecnología
Scrum Master	Ing. Alexander Guevara. MSc	Docente director de tesis
Equipo de Scrum	Sr. Cristian Brusil	Tesista
	Ing. Sebastián Andrade	Ingeniero en Biotecnología

*Nota:* En la tabla se muestra los roles principales del proyecto. Fuente: Propia

### **2.3. Estimación de Costos y Esfuerzo de Desarrollo en Proyectos Basados en Scrum**

La estimación ágil es una de las prácticas utilizadas para estimar el costo y el esfuerzo necesarios para completar las tareas presentes dentro del Product Backlog, ya que el costo generalmente se mide por dinero y el esfuerzo mediante tiempo requerido para completar la tarea asignada. Dentro de la planificación de Sprint la estimación es una parte esencial del mismo, ya que evita problemas de sobreestimación y subestimación, el Product Owner y el Scrum Master son los responsables de realizar las estimaciones con mucha precaución y antelación (Govil & Sharma, 2022).

#### **2.3.1. Método de Estimación T-Shirt**

El método T-Shirt o “método talla de camiseta” utiliza las tallas XS (Extra Small), S (Small), M (Medium), L (Large) y XL (Extra Large), para dar estimaciones aproximadas de acumulación de elementos, donde se implica decidir un tamaño relativo (mediano) mediante una reunión colaborativa en el equipo y llegar a un acuerdo colectivo con respecto a la estimación,

asignado valores acordes a los requisitos según el tamaño relativo asignado (Mallidi & Sharma, 2021).

Este enfoque se basa en estimaciones de tipo rango y no en números absolutos, facilitando que el equipo de desarrollo realizase acuerdos rápidos sobre estimaciones aproximadas.

Dentro del presente proyecto se utiliza el método antes menciona con las tallas XS (Extra Small), S (Small), M (Medium), L (Large), XL (Extra Large) los cuales se asignará un rango de horas para presentar una estimación de esfuerzo dentro de una de las historias de usuarios necesarios para el desarrollo de este proyecto. En la Tabla 9 se presenta los rangos de horas de cada una de T-Shirt a utilizar.

**Tabla 9**

*Modelo T-Shirt con sus rangos estimados de horas de trabajo.*

<b>Tamaño de Camisa</b>	<b>Rango de Horas de Trabajo</b>	<b>Descripción</b>
<b>XS</b>	1-10 horas	Tareas extremadamente sencillas y rápidas de realizar.
<b>S</b>	10- 20 horas	Tareas pequeñas que requieren poco esfuerzo.
<b>M</b>	20-30 horas	Tareas de tamaño moderado y complejidad.
<b>L</b>	30-40 horas	Tareas más grandes y complejas.
<b>XL</b>	40-50 horas	Tareas muy grandes y complejas, que pueden llevar más tiempo.

*Nota:* En la tabla se muestra el rango de horas de trabajo por tamaño de camisa. Fuente: Propia

### 2.3.2. Historias de Usuario

A continuación, en las figuras del 21 al 40, describen los requisitos presentados por el Product Owner, mediante una serie de historias de usuarios para el desarrollo de la plataforma de Business Intelligence (BI).

#### Figura 21

*Historia de usuario HUBIM-001.*

Historia de Usuario	
Código: HUBIM-001	Estimación: S
Nombre de historia	Identificar las necesidades del stakeholders en relación con los datos del uso de biofertilizantes microbianos.
Descripción: Como analista tecnológico de BI, necesito conocer y documentar los requisitos específicos de los stakeholders con respecto a los datos de los biofertilizantes microbianos, mediante una reunión presencial donde se recolectaron las necesidades del producto. Permitiendo facilitar el diseño de la solución de Bussines Intelligence que cumplan con los requerimientos establecidos.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"><li>• Documento de verificación de reunión con los puntos clave discutidos en la reunión detallando los requisitos identificados.</li><li>• Grabación de audio de la reunión para referencia futura.</li></ul>	
Observaciones:	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

## Figura 22

### Historia de usuario HUBIM-002

Historia de Usuario	
Código: HUBIM-002	Estimación: XL
Nombre de historia	Dataset estandarizados de los datos del uso de biofertilizantes microbianos.
Descripción: Como analista tecnológico de BI, necesito asegurar que el dataset este estandarizado, revisado y corregidos con respecto al dataset original antes de utilizarlo como fuente de datos en la solución de Business intelligence, este proceso permitirá garantizar la calidad y consistencia de los datos.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"><li>• Limpieza de datos.</li><li>• Revisión de fechas con la ISO 8601.</li><li>• Estandarización de datos para una uniformidad en la estructura y formato.</li><li>• Estándar en nombre de las tablas (CamelCase)</li><li>• Verificación de los datos con las herramientas de GBIF, Canadensys, SpeciesLink.</li></ul>	
Observaciones:	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

## Figura 23

### Historia de usuario HUBIM-003

Historia de Usuario	
Código: HUBIM-003	Estimación: XL
Nombre de historia	Diseño del modelo lógico y físico de los datos del uso de biofertilizantes microbianos.
Descripción: Como analista tecnológico de BI, necesito verificar la construcción tanto del modelo lógico como del físico de los datos, que incluyen la tabla de hechos y dimensiones. Esto implica revisar los campos de cada tabla, las relaciones y el tipo de esquema utilizado, este proceso permitirá obtener una mejor comprensión de los datos y sus interrelaciones facilitando la toma de decisiones con información más clara y precisa.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"><li>• Cada registro presente en las tablas debe contar un identificador único.</li><li>• Los campos dentro de sus respectivas dimensiones deben estar correctamente definidos.</li><li>• Nombres de las dimensiones deben ser claras y comprensibles de para facilitar su entendimiento.</li></ul>	
Observaciones:	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

**Figura 24**

*Historia de usuario HUBIM-004*

<b>Historia de Usuario</b>	
Código: HUBIM-004	Estimación: M
Nombre de historia	Dashboard o panel prototipo para presentar información sobre el análisis de los artículos científicos obtenidos.
Descripción: Como analista tecnológico de BI, necesito diseñar una dashboard prototipo que presente la información sobre los artículos científicos obtenidos. En este dashboard se debe visualizar la siguiente información: total de artículos obtenidos, los títulos de los artículos científicos, la cantidad de artículos por base bibliográfica, los nombres de las revistas presentes y la información de calidad de la revista (score, SJR, ISSN-Electrónico), además se requiere de un filtro que permita a los usuarios seleccionar y visualizar la información por base bibliográfica. Esta información proporciona el análisis de los datos correspondientes y facilitara la toma de decisiones.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"><li>• El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li><li>• Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li><li>• Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li><li>• La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li></ul>	
Observaciones:	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

## Figura 25

### Historia de usuario HUBIM-005

Historia de Usuario	
Código: HUBIM-005	Estimación: M
Nombre de historia	Dashboard o panel prototipo para presentar información sobre la gestión de artículos científicos seleccionados.
Descripción: Como analista tecnológico de BI, necesito diseñar una dashboard prototipo que presente la información sobre la gestión de artículos científicos. En este dashboard se debe visualizar la siguiente información: el total de artículos científicos, los títulos de los artículos científicos, los parámetros de selección utilizados, el número total de parámetros aceptados al seleccionar un artículo, la condición de usar/no usar artículo y la distribución de datos que cumplen la condición de uso del artículo, Además se requiere de varios filtros para los parámetros (Microbiano, Especie, Aplicación en cultivo, Evaluación efectos suelo y Evaluación efectos planta), esta información permitirá a los usuarios analizar y visualizar la información requerida por el usuario.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"><li>• El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li><li>• Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li><li>• Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li><li>• La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li></ul>	
Observaciones:	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

## Figura 26

### Historia de usuario HUBIM-006

Historia de Usuario	
Código: HUBIM-006	Estimación: M
Nombre de historia	Dashboard o panel prototipo para presentar información sobre el análisis de artículos seleccionados.
Descripción: Como analista tecnológico de BI, necesito diseñar una dashboard prototipo que presente la información sobre la gestión de artículos científicos. En este dashboard se debe visualizar la siguiente información: los títulos de los artículos científicos, los microorganismos empleados, cultivos más utilizados, tiempos de experimentación, recuento de artículos por país, recuento de artículos por fecha, recuento por origen microbiano, Además se requiere de varios filtros para los parámetros (Tipo de cultivo, método de aplicación desarrollo del experimento y estado del biofertilizante), esta información permitirá a los usuarios analizar y visualizar la información requerida por el usuario.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"><li>• El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li><li>• Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li><li>• Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li><li>• La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li></ul>	
Observaciones:	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

## Figura 27

### Historia de usuario HUBIM-007

Historia de Usuario	
Código: HUBIM-007	Estimación: M
Nombre de historia	Dashboard o panel prototipo para presentar información sobre la taxonomía de las especies.
Descripción: Como analista tecnológico de BI, necesito diseñar una dashboard prototipo que presente la información sobre la taxonomía de las especies. En este dashboard se debe visualizar la siguiente información: un listado de especies y sus recuentos por reino, filo, clase, orden, familia y género. Además de mostrar los porcentajes de distribución de datos en relación con los reinos, filo, clase, orden, familia y género. Esta información permitirá a los usuarios analizar y visualizar la información requerida por el usuario.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"><li>• El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li><li>• Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li><li>• Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li><li>• La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li></ul>	
Observaciones:	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

## Figura 28

### Historia de usuario HUBIM-008

Historia de Usuario	
Código: HUBIM-008	Estimación: M
Nombre de historia	Dashboard o panel prototipo para presentar información sobre los análisis de clúster de especies.
<b>Descripción:</b> Como analista tecnológico de BI, necesito diseñar una dashboard prototipo que presente la información sobre la taxonomía de las especies. En este dashboard se debe visualizar la siguiente información: un mapa de clúster que presente los géneros de las especies, un mapa de clúster que presente las especies. Esta información permitirá a los usuarios analizar y visualizar la información requerida por el usuario.	
<b>Criterio de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li><li>• Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li><li>• Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li><li>• La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li></ul>	
<b>Observaciones:</b>	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

## Figura 29

### Historia de usuario HUBIM-009

Historia de Usuario	
Código: HUBIM-09	Estimación: M
Nombre de historia	Dashboard o panel para el análisis del incremento en los efectos de los cultivos utilizados en los biofertilizantes microbianos.
Descripción: Como analista tecnológico de BI, necesito visualizar la información relevante sobre los cultivos, incluyendo el cultivo control y el cultivo tratado, así como el incremento relacionado con el rendimiento del cultivo, altura de la planta, longitud de la raíz, biomasa seca total, biomasa seca del tallo, nitrógeno foliar, fósforo y potasio foliares, además de un listado de microorganismos utilizados dentro del análisis, permitiendo a través de una tabla identificar los cultivos que han generado los mejores resultados.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"><li>• El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li><li>• Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li><li>• Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li><li>• La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li></ul>	
Observaciones:	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

### Figura 30

#### Historia de usuario HUBIM-010

Historia de Usuario	
Código: HUBIM-010	Estimación: M
Nombre de historia	Dashboard o panel para el análisis de clúster de microorganismos en biofertilizantes microbianos.
Descripción: Como investigador, necesito realizar un análisis de clúster sobre los microorganismos utilizados como biofertilizantes, un análisis de clúster sobre la relación entre países y cultivos, con el propósito de evaluar las relaciones existentes entre ellos y entender mejor su agrupamiento o similitudes.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"><li>• El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li><li>• Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li><li>• Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li><li>• La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li></ul>	
Observaciones:	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

### Figura 31

#### Historia de usuario HUBIM-011

Historia de Usuario	
Código: HUBIM-011	Estimación: M
Nombre de historia	Análisis complementarios de los datos del uso de biofertilizantes microbianos, dentro de la historia HUBIM-010.
Descripción: Como analista tecnológico de BI, quiero visualizar un análisis de conglomerados en relación con el género microbianos y el porcentaje de rendimiento, un análisis de componentes principales de los diversos porcentajes obtenidos de los efectos presentes en el estudio, además un análisis de la cantidad de artículos sobre el uso de biofertilizantes por país con la aplicación de un filtro que presente las fechas, con el objetivo de visualizar la agrupación con características similares y entender mejor sus patrones de comportamiento.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"><li>• El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li><li>• Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li><li>• Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li><li>• La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li></ul>	
Observaciones:	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

### Figura 32

#### Historia de usuario HUBIM-012

Historia de Usuario	
Código: HUBIM-012	Estimación: S
Nombre de historia	Diseño de un dashboard o panel de inicio.
Descripción: Como analista tecnológico de BI, quiero visualizar un dashboard de inicio que permita la visualización y comunicación de las diferentes dashboard diseñados, Esto permitirá que la comunicación entre los diferentes dashboard sea rápida y sencilla.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"><li>• El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li><li>• Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li><li>• Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li><li>• La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li></ul>	
Observaciones:	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

### Figura 33

#### Historia de usuario HUBIM-013

Historia de Usuario	
Código: HUBIM-013	Estimación: M
Nombre de historia	Diseño de un dashboard que presente la información importante de los artículo científicos obtenidos.
Descripción: Como analista tecnológico de BI, quiero diseñar un dashboard que presente información sobre los artículos científicos obtenidos, basándome en la historia de usuario HUBIM-004, donde se conversan ciertos elementos y se han eliminado otros. Este dashboard presenta las siguientes visualizaciones: el total de artículos obtenidos, el total de revistas, un listado de los títulos de los artículos, los nombres de las revistas presentes, la distribución de artículos por base bibliográfica, el número de artículos publicados por revista, información de la calidad de las revistas (nombre, nivel de impacto, score, SJR, ISSN-electrónico) y para finalizar debe contar con un filtro que permita observar la información por base bibliográfica. Esto permitirá que la información presentada sea más fácil de análisis y mejorar la toma de decisiones.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"><li>• El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li><li>• Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li><li>• Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li><li>• La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li></ul>	
Observaciones:	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

**Figura 34**

*Historia de usuario HUBIM-014*

<b>Historia de Usuario</b>	
Código: HUBIM-014	Estimación: M
Nombre de historia	Diseño de un dashboard que presente la información sobre la gestión de la selección de artículos científicos.
<b>Descripción:</b> Como analista tecnológico de BI, quiero diseñar un dashboard que presente información sobre la gestión de artículos seleccionados, basándome en la historia de usuario HUBIM-005, donde se conversan ciertos elementos y se han eliminado otros. Este dashboard presenta las siguientes visualizaciones: el total de artículos evaluados, un listado con los títulos de los artículos, la suma de los parámetros presentes (microbiano, especie, aplicación en cultivo, evaluación efecto planta y evaluación efecto suelo ) al seleccionar un artículo, condición de usar o no usar el artículo, la distribución de los datos en relación con la condición de usar y no usar, recuento de los datos si/no de los parámetros y para finalizar debe contar con varios filtros de los parámetros de selección que permita observar la información requerida. Esto permitirá que la información presentada sea más fácil de análisis y mejorar la toma de decisiones.	
<b>Criterio de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li><li>• Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li><li>• Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li><li>• La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li></ul>	
<b>Observaciones:</b>	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

### Figura 35

#### Historia de usuario HUBIM-015

Historia de Usuario	
Código: HUBIM-015	Estimación: M
Nombre de historia	Diseño de un dashboard que presente la información sobre los artículos analizados.
<b>Descripción:</b> Como analista tecnológico de BI, quiero diseñar un dashboard que presente información sobre los articulo seleccionados y analizados, basándome en las historias de usuario HUBIM-006, HUBIM-011, donde se conversan ciertos elementos y se han eliminado otros. Este dashboard presenta dos páginas en la primera presenta las siguientes visualizaciones: el total de artículos analizados, un listado de los títulos de los artículos, un listado de cultivos , un listado de especies, listado de cultivos más utilizados, desarrollo del experimento por país, cantidad de revistas publicadas por país y varios filtros (tipo de cultivo, estado del biofertilizante, desarrollo del experimento ,método de aplicación, y fechas de publicación de artículos) que permita observar la información requerida. Dentro de la página 2 se presenta la siguiente información: mapa con la distribución de tipos de cultivos por país, análisis de conglomerados, análisis de componentes principales y para finalizar dos filtros uno del tipo de cultivo empleado y el otro el país. Esto permitirá que la información presentada sea más fácil de análisis y mejorar la toma de decisiones.	
<b>Criterio de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li><li>• Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li><li>• Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li><li>• La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li></ul>	
<b>Observaciones:</b>	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

**Figura 36**

*Historia de usuario HUBIM-016*

<b>Historia de Usuario</b>	
Código: HUBIM-016	Estimación: M
Nombre de historia	Diseño de un dashboard que presente la información sobre los efectos en cultivos aplicando los biofertilizantes microbianos.
<b>Descripción:</b> Como analista tecnológico de BI, quiero diseñar un dashboard que presente información sobre los efectos en cultivos, basándome en las historias de usuario HUBIM-009, donde se conversan todos los elementos. Este dashboard presenta 4 páginas que se dividen en pagina 1 (rendimiento y altura planta), pagina 2 (longitud raíz y biomasa seca total), pagina 3 (biomasa seca tallo y nitrógeno foliar), pagina 4 (fosforo y potasio foliar), encada una de estas páginas se conversa su tabla y el listado de especies, además se agregan nuevas visualización como: el total de artículos analizados, los porcentajes máximo de cada efecto (tabla presenta en la página) y para finalizar varios filtros que presenten el rango de incremento y uno de las especies Esto permitirá que la información presentada sea más fácil de análisis y mejorar la toma de decisiones.	
<b>Criterio de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li><li>• Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li><li>• Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li><li>• La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li></ul>	
<b>Observaciones:</b>	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

**Figura 37**

*Historia de usuario HUBIM-017*

<b>Historia de Usuario</b>	
Código: HUBIM-017	Estimación: M
Nombre de historia	Diseño de un dashboard que presente la información sobre los análisis de clúster.
<b>Descripción:</b> Como analista tecnológico de BI, quiero diseñar un dashboard que presente información sobre el análisis de clúster , basándome en la historia de usuario HUBIM-010, donde se conversan ciertos elementos y se han eliminado otros. Este dashboard presenta las siguientes visualizaciones: un análisis de clúster sobre los microorganismos utilizados como biofertilizantes, un análisis de clúster sobre la relación entre países y cultivos, totales de (géneros , especies, países y cultivos presentes), un listado de especie más utilizada, listado de países con mayor utilización de cultivos y para finalizar debe contar con varios filtros ( especie, país, cultivo). Esto permitirá que la información presentada sea más fácil de análisis y mejorar la toma de decisiones.	
<b>Criterio de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li><li>• Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li><li>• Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li><li>• La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li></ul>	
<b>Observaciones:</b>	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

**Figura 38***Historia de usuario HUBIM-018*

<b>Historia de Usuario</b>	
Código: HUBIM-018	Estimación: S
Nombre de historia	Diseño de un dashboard que presente la información sobre la taxonomía.
Descripción: Como analista tecnológico de BI, quiero diseñar un dashboard que presente información sobre la gestión de artículos seleccionados. Este dashboard presenta las siguientes visualizaciones: el recuento total de reinos, filos, clases, órdenes, familias, géneros y especies; así como las relaciones entre ellos (reino y filo, filo y clase, clase y orden, orden y familia), también se proporcionarán listados de géneros, especies y observaciones dentro de la taxonomía. Esto permitirá que la información presentada sea más fácil de análisis y mejorar la toma de decisiones.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"><li>• El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li><li>• Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li><li>• Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li><li>• La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li></ul>	
Observaciones:	

*Nota:* En la tabla se muestra la información necesaria de la historia de usuario . Fuente: Propia

**Figura 39**

*Historia de usuario HUBIM-019*

<b>Historia de Usuario</b>	
Código: HUBIM-019	Estimación: M
Nombre de historia	Corrección en el diseño de los dashboard
Descripción:	
<p>Como investigador, necesito que se realicen ciertas correcciones en el diseño de cada uno de los dashboards desarrollados, acorde a los siguientes requisitos</p>	
Dashboard selección de artículos (HUBIM-014)	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Selecciona el nombre del artículo y colorea en verde los parámetros que se cumplen y en rojo los que no lo hacen</li><li>• Eliminar filtros de los parámetros considerados información redundante</li></ul>	
Dashboard de artículos analizados (HUBIM-015)	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nuevo filtro de especies</li><li>• Cambiar el nombre de la tabla especie por microorganismos</li><li>• Copiar y colocar el visor que contiene el impacto score, SJR y ISSN electrónico del dashboard de artículos obtenidos</li><li>• Mover el filtro de años a la parte superior</li><li>• Nuevo contador de tipo de cultivo</li><li>• Mapa del tipo de cultivo más grande</li><li>• Usar los mismos colores que representan los tipos de cultivo dentro del mapa en los botones del filtro, como una leyenda.</li><li>• Combinar el análisis de conglomerado con el análisis de componentes principales en un solo gráfico</li></ul>	
Dashboard análisis efectos (HUBIM-016)	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Modificar el nombre de filtro de especie por microorganismos</li><li>• Reorganizar las pantallas para que queden de la siguiente manera:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Rendimiento- biomasa seca total- biomasa seca tallo</li><li>○ Altura planta- longitud raíz</li><li>○ Nitrógeno Foliar- Fosforo Foliar - Potasio Foliar</li></ul></li></ul>	

<p>Dashboard de microorganismo y cultivos (HUBIM-017)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Revisar el nombre de los cultivos la primera letra siempre es con mayúscula y las demás con minúscula</li> <li>● Agrandar los análisis de clúster para que se vean mejor</li> <li>● Comprobar si es posible colocar en cursiva los datos dentro de los clústeres</li> <li>● Cambiar el nombre del dashboard de "microorganismo y cultivos " a microorganismos y cultivos</li> </ul> <p>En general</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Acortar el nombre de los subtítulos para mejorar la retención de la idea</li> <li>● Cambiar el nombre de especie a microorganismos</li> </ul> <p>Estas correcciones permitirán que los dashboard están más acorde a las necesidades de los requisitos presentados por el investigador.</p>
<p>Criterio de aceptación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● El dashboard debe ser accesible dentro de la plataforma de BI</li> <li>● Toda la información presentada debe ser precisa y reflejar el estado actual del desarrollo.</li> <li>● Las visualizaciones de los datos deben ser claras, concisas y fácil de entender para los usuarios.</li> <li>● La funcionalidad debe presentar una experiencia intuitiva al usuario.</li> </ul>
<p>Observaciones:</p>

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

## Figura 40

### Historia de usuario HUBIM-020

Historia de Usuario	
Código: HUBIM-020	Estimación: S
Nombre de historia	Publicación web de los dashboard desarrollados
Descripción: Como analista tecnológico de BI, necesito publicar en la web todas los dashboard desarrollados. Esto permitirá a los usuarios finales visualizar e interactuar con los dashboard correspondientes de manera eficiente y accesible.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"><li>• Los usuarios deben poder interactuar con los dashboard, incluyendo la capacidad de aplicar filtros y explorar los datos presentados.</li><li>• Toda la información presentada debe ser concisas y fácil de entender para los usuarios.</li></ul>	
Observaciones:	

*Nota:* En la Figura se presenta la información necesaria que describe la historia de usuario.

Fuente: Propia

### 2.3.3. Product Backlog o Pila de Productos

El Product Backlog es una lista que presenta todas las funciones y requisitos necesarios para el producto, con el objetivo de proporcionar una fuente de trabajo clara para el equipo de desarrollo, asegurando la existencia de tareas definidas y priorizadas para maximizar su valor. Los elementos que componen el product backlog se detallan en las historias de usuario, que el equipo de desarrollo comprende y preparan adecuadamente para las iteraciones (sprint) futuras. En la tabla 10 se presenta el product backlog resultado del presente proyecto.

**Tabla 10**

*Product Backlog*

<b>Historia de usuario</b>	<b>Título de la historia de usuario</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Estimación</b>
HUBIM-001	Identificar las necesidades del stakeholders en relación con los datos del uso de biofertilizantes microbianos.	Alta	S
HUBIM-002	Dataset estandarizados de los datos del uso de biofertilizantes microbianos.	Alta	XL
HUBIM-003	Diseño del modelo lógico y físico de los datos del uso de biofertilizantes microbianos	Alta	XL
HUBIM-019	Corrección en el diseño de los dashboard	Alta	M
HUBIM-012	Diseño de un dashboard o panel de inicio.	Media	S
HUBIM-013	Diseño de un dashboard que presente la información importante de los articulo científicos obtenidos.	Media	M

HUBIM-014	Diseño de un dashboard que presente la información sobre la gestión de la selección de artículos científicos.	Media	M
HUBIM-015	Diseño de un dashboard que presente la información sobre los artículos analizados.	Media	M
HUBIM-016	Diseño de un dashboard que presente la información sobre los efectos en cultivos aplicando los biofertilizantes microbianos	Media	M
HUBIM-017	Diseño de un dashboard que presente la información sobre los análisis de clúster.	Media	M
HUBIM-018	Diseño de un dashboard que presente la información sobre la taxonomía.	Media	S
HUBIM-004	Dashboard o panel prototipo para presentar información sobre el análisis de los artículos científicos obtenidos.	Media	M
HUBIM-005	Dashboard o panel prototipo para presentar información sobre la gestión de artículos científicos seleccionados.	Media	M
HUBIM-006	Dashboard o panel prototipo para presentar información sobre el análisis de artículos seleccionados.	Media	M
HUBIM-007	Dashboard o panel prototipo para presentar información sobre la taxonomía de las especies.	Media	M
HUBIM-008	Dashboard o panel prototipo para presentar información sobre los análisis de clúster de especies.	Media	M

HUBIM-09	Dashboard o panel para el análisis del incremento en los efectos de los cultivos utilizados en los biofertilizantes microbianos.	Media	M
HUBIM-010	Dashboard o panel para el análisis de clúster de microorganismos en biofertilizantes microbianos.	Media	M
HUBIM-011	Análisis complementarios de los datos del uso de biofertilizantes microbianos, dentro de la historia HUBIM-010	Media	M
HUBIM-020	Publicación web de los dashboard desarrollados	Media	S

*Nota:* En la tabla se muestra la información organizada del product backlog según su prioridad lista para pasar a las iteraciones . Fuente: Propia

### **2.3.4. Desarrollo de los Sprint**

Dentro del desarrollo, un sprint (ciclo de trabajo) se utiliza para completar un conjunto específico de tareas del Producto Backlog y producir un incremento del producto potencialmente entregable. Al finalizar cada sprint, se realiza la revisión para evaluar el progreso y un sprint retrospectivo para identificar mejorar en el proceso, permitiendo adoptarse a los cambios y mejoras del producto.

En la Tabla 11 se presenta la información del desarrollo del sprint en relación con las historias de usuario presentes dentro del product backlog.

**Tabla 11***Desarrollo de Sprint*

<b>ID</b>	<b>Sprint</b>	<b>Estimación</b>	<b>Fecha Inicio</b>	<b>Fecha Fin</b>	<b>Entregable</b>
HUBIM-001	1	S	23-04-2024	23-04-2024	Documento donde se especifica los requisitos y necesidades de los stakeholders.
HUBIM-002	1	XL	14-11-2023	05-12-2013	Dataset estandarizado, revisado y corregido
HUBIM-003	1	XL	28-11-2023	03-12-2023	Diagramas que representen el modelos lógico y físico de la base de datos.
HUBIM-004	1	M	18-12-2023	31-12-2023	Prototipo de dashboard sobre el análisis de artículos científicos obtenido.
HUBIM-005	1	M	18-12-2023	31-12-2023	Prototipo de dashboard sobre la gestión en la selección de artículos científicos.
HUBIM-006	1	M	18-12-2023	31-12-2023	Prototipo de dashboard que muestre el análisis de artículos seleccionados.

---

HUBIM-007	1	M	18-12-2023	31-12-2023	Prototipo de dashboard de la taxonomía de especies.
HUBIM-008	1	M	18-12-2023	31-12-2023	Prototipo de dashboard que muestre los diferentes análisis de clúster de los microorganismos
HUBIM-009	2	M	23-01-2024	05-02-2024	Dashboard inicial que presenta el análisis de los efectos en cultivos aplicando biofertilizante microbiano.
HUBIM-010	2	M	23-01-2024	05-02-2024	Dashboard inicial que muestra el análisis de clúster de los microorganismos.
HUBIM-011	2	M	23-01-2024	05-02-2024	Visualizaciones complementarias dentro de la historia de usuario HUBIM-010.
HUBIM-012	3	S	02-04-2014	22-04-2024	Dashboard de inicio con navegación hacia otros dashboard

---

---

HUBIM-013	3	M	02-04-2014	22-04-2024	Dashboard que presenta los detalles de la información sobre los artículos científicos obtenidos
HUBIM-014	3	M	02-04-2014	22-04-2024	Dashboard que muestre en detalla la información sobre la gestión de la selección de artículos.
HUBIM-015	3	M	02-04-2014	22-04-2024	Dashboard que presenta la información sobre el análisis de los artículos seleccionados.
HUBIM-016	3	M	02-04-2014	22-04-2024	Dashboard que presenta la información de los efectos en cultivos con biofertilizantes microbianos.
HUBIM-017	3	M	02-04-2014	22-04-2024	Dashboard que presenta la información de los análisis de clúster y sus relaciones existentes.
HUBIM-018	3	S	02-04-2014	22-04-2024	Dashboard que presenta la

---

					información de la taxonomía microbiano.
HUBIM-019	4	M	23-04-2024	12-06-2024	Dashboard corregidas y optimizadas según los comentarios recibidos
HUBIM-020	4	S	12-06-2024	14-06-2024	Publicación y funcionamiento adecuado de los dashboard desarrollados, accesibles para los usuarios finales.

*Nota:* En la tabla se muestra la información del desarrollo de los sprint de acuerdo con la historia de usuario presente dentro del product backlog. Fuente: Propia

La implementación de la solución de inteligencia empresarial se realizó utilizando un enfoque ágil e iterativo, fundamentado en la metodología Scrum. Cada sprint tenía como meta completar un conjunto de historias de usuario que cumplieran con los requisitos de la solución de inteligencia empresarial.

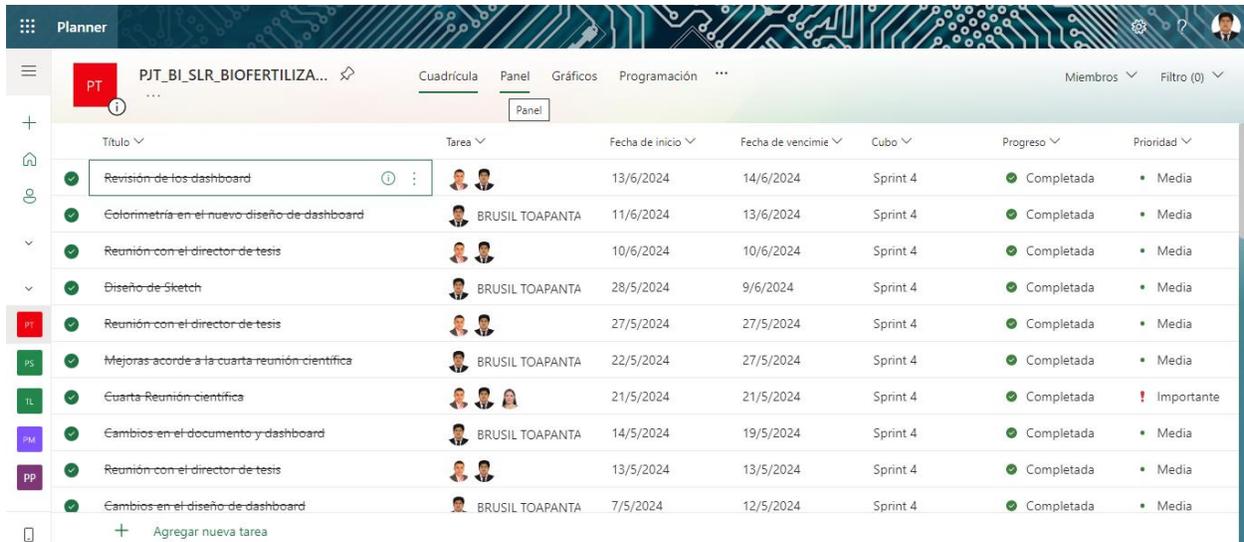
Es importante destacar que la planificación y el seguimiento de los Sprint se utilizó la herramienta de Microsoft Planner, una herramienta de gestión de proyectos y tareas en la nube como se muestra en la Figura 41.

Cabe mencionar que Microsoft Planner es una herramienta para la planificación y gestión de tareas y proyectos. Al estar basada en la web, se puede utilizar en cualquier lugar con acceso a internet. Con Microsoft Planner, es posible desarrollar planes de proyecto, planes de trabajo,

planes de acción u otros planes según los objetivos y entregables. En estos planes, se pueden asignar y organizar tareas, establecer plazos, adjuntar archivos y mantener una comunicación limitada con los miembros del equipo (Microsoft, n.d.)

## Figura 41

### Organización de cada Sprint



Título	Tarea	Fecha de inicio	Fecha de vencimie	Cubo	Progreso	Prioridad
Revisión de los dashboard		13/6/2024	14/6/2024	Sprint 4	Completada	Media
Colorimetría en el nuevo diseño de dashboard	BRUSIL TOAPANTA	11/6/2024	13/6/2024	Sprint 4	Completada	Media
Reunión con el director de tesis		10/6/2024	10/6/2024	Sprint 4	Completada	Media
Diseño de Sketch	BRUSIL TOAPANTA	28/5/2024	9/6/2024	Sprint 4	Completada	Media
Reunión con el director de tesis		27/5/2024	27/5/2024	Sprint 4	Completada	Media
Mejoras acorde a la cuarta reunión científica	BRUSIL TOAPANTA	22/5/2024	27/5/2024	Sprint 4	Completada	Media
Cuarta Reunión científica		21/5/2024	21/5/2024	Sprint 4	Completada	Importante
Cambios en el documento y dashboard	BRUSIL TOAPANTA	14/5/2024	19/5/2024	Sprint 4	Completada	Media
Reunión con el director de tesis		13/5/2024	13/5/2024	Sprint 4	Completada	Media
Cambios en el diseño de dashboard	BRUSIL TOAPANTA	7/5/2024	12/5/2024	Sprint 4	Completada	Media

*Nota:* En la Figura se presenta todas las actividades planeadas y completadas Fuente: Propia

Según se menciona, existen varias maneras de medir el progreso en Scrum mediante gráficos como Burn-Up y Burn-Down. Estas herramientas monitorean el avance del equipo y detectan posibles problemas, cada una con un enfoque diferente del progreso, lo que permite obtener una visión más completa de la situación (Ken Schwaber & Jeff Sutherland, 2020).

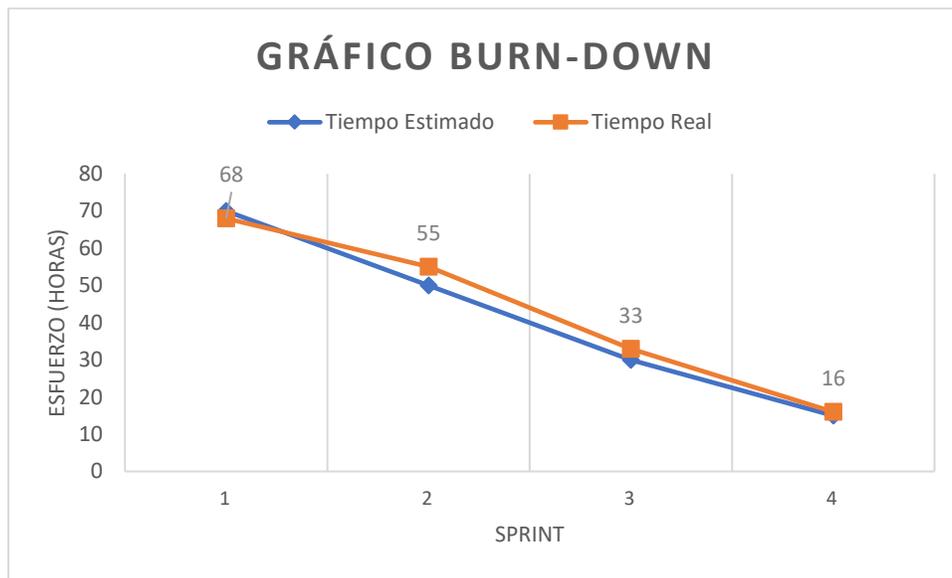
El gráfico Burn-Down muestra la cantidad de trabajo restante en un sprint, con el eje vertical representando el trabajo pendiente y el eje horizontal el tiempo. Si el equipo avanza según lo planeado, la línea descenderá de forma constante hasta llegar a cero al final del sprint. Por otro lado, los gráficos Burn-Up muestran la cantidad de trabajo completado a lo largo del tiempo, con el eje vertical indicando el trabajo realizado y el eje horizontal el tiempo (días,

semanas o Sprint). El gráfico comienza en cero y la línea debe ascender hasta alcanzar el total de trabajo al final del sprint.

Ambos gráficos permiten que el equipo de desarrollo visualice claramente si van a completar el trabajo en el tiempo del sprint. En la Figura 42 se presenta el gráfico Burn-Down, que se utilizó para verificar el progreso a lo largo de los Sprint, mostrando una tendencia descendente, lo que indica que el proyecto avanza y se completan cada una de las actividades.

**Figura 42**

*Gráfico Scrum Burn-Down*



*Nota:* En la Figura se presenta el grafico de BurnDown con el tiempo estimado y el tiempo real de cada Sprint. Fuente: Propia

## 2.4. Limpieza de datos o Data Cleaning

El proceso de limpieza de datos o Data cleaning, es un conjunto de pasos que se realizan con el fin de identificar y rectificar errores o incongruencias en los datos recolectados, con el objetivo de asegurar una mejor calidad de los datos. En donde se engloban todas las operaciones

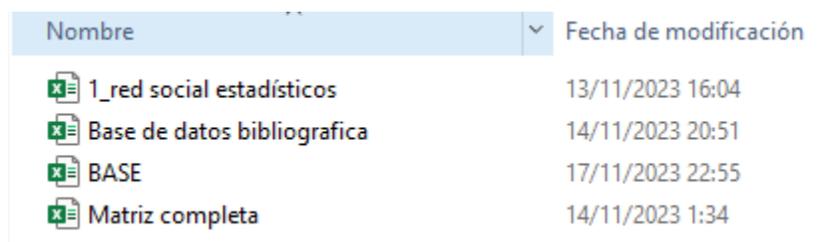
esenciales que permitan depurar los datos afectados por ruido (datos incorrectos o no deseados), errores de ortografía, inconsistencia, duplicados y datos nulos (Dasari & Varma, 2022).

Del mismo modo si los datos presentan una mala calidad, se presenta un impacto adverso en el rendimiento y eficacia de una organización que utiliza y raspada sus operaciones comerciales mediante la toma de decisiones basadas en datos. Con este punto de información se comprende que la limpieza de datos es uno de los factores más importantes que afectan a la mejora de la calidad de estos (Dasari & Varma, 2022).

A continuación, se describe el proceso de limpieza de datos y las herramientas utilizadas para realizar dicho proceso en los diferentes archivos de datos de Excel obtenidos previamente por el Ing. Sebastián Andrade. Este proceso inicia con la obtención de las fuentes de datos, como se observa dentro de la Figura 43 se indica los 4 archivos de Microsoft Excel que contienen los datos mientras que en la Figura 44 presenta el estado inicial de los datos relacionados al uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivos de importancia económica en América Latina.

### **Figura 43**

*Archivos de Excel con datos de los biofertilizantes microbianos.*



Nombre	Fecha de modificación
1_red social estadísticos	13/11/2023 16:04
Base de datos bibliografica	14/11/2023 20:51
BASE	17/11/2023 22:55
Matriz completa	14/11/2023 1:34

*Nota:* En la Figura se muestra los archivos de Excel. Fuente: Propia

**Figura 44**

*Estado inicial de los datos de los biofertilizantes microbianos.*

Nro	Título	Año	País	Cultivo	Tipo de cultivo	Metodo de Aplicación	Tiempo del experimento(días)	Desarrollo del experimento	Estado de Biofertilizante
1	A combination of humic substances and Herbaspirillum seropedicae inoculation enhances the growth of maize (Zea mays L.)	2012	Brasil	Zea mays L.	Alimenticio	Foliar		45 Campo	Líquido
2	A Novel Isolate of Bacillus cereus Promotes Growth in Tomato and Inhibits Clavibacter michiganensis Infection under Greenhouse Conditions	2021	México	Solanum lycopersicum	Alimenticio	Semilla		45 Invernadero	Líquido
3	Açaí palm seedling growth promotion by rhizobacteria inoculation	2019	Brasil	Euterpe oleracea Mart.	Alimenticio	Semilla		150 Campo	Líquido
4	Adubação fosfatada com torta de filtro, fosfato natural e biofertilizantes em ultisol (argissolo)	2018	Brasil	Zea mays L.	Alimenticio	Foliar		42 Invernadero	Sólido
5	Alternativas de bio-fertilización sobre indicadores morfotológicos								

*Nota:* En la Figura se muestra el estado inicial de los datos dentro de los archivos de excel obtenidos . Fuente: Propia

Se llevaron a cabo distintos procesos de limpieza de datos, dependiendo de las características de cada uno. Esto implicó la realización de una reunión con el compañero responsable de la obtención de los datos quien presentó cada uno de los datos recolectados y su función.

### 2.4.1. Herramienta de Limpieza de Datos

Para realizar el proceso de limpieza de datos se emplearon diversas herramientas de limpieza, entre las cuales se incluyen:

**Funciones de Microsoft Excel.** Una función es una fórmula predeterminada que permite realizar cálculos o funciones de acuerdo con las necesidades requeridas. Se aplicaron cinco funciones diferentes, cada una de las cuales se explica a continuación.

- **=ESPACIOS:** Esta función permite eliminar los espacios del texto, excepto el espacio normal entre palabras.

- **=LIMPIAR:** Esta función permite eliminar caracteres extraños que no se pueden imprimir dentro de los textos correspondiente.
- **Quitar duplicados:** Elimina las filas duplicadas dentro de la hoja de datos.
- **Revisión ortografía:** Realiza una revisión sobre los errores ortográficos presentes dentro de las tablas y propone un listado de correcciones a aplicar.
- **=MINUSC:** Convierte todas las letras mayúsculas de una cadena de texto en letras minúsculas.
- **Control de datos faltantes:** Examina y verifica los valores faltantes que pueden estar en los datos recopilados, y luego se llenan estos datos de manera correcta siguiendo técnicas adecuadas.

En la Figura 45 se observa una tabla ejemplo de aplicar las funciones de Excel para limpiar datos, igual que se aplicó a cada tabla de los archivos de Excel correspondientes.

**Figura 45**

*Tabla de datos aplicando las funciones de excel.*

1	Id_Articulo_Cie	Nro.	Titulo articulo	Id_Base_Bib	Id_Revista_Pub	Id_Seleccion_Art
2	ARC-01	1	a combination of humic substances and herbaspirillum seropedicae inoculation enhances the growth of maize (zea mays l.)	BAB-01	REP-108	SEA-01
3	ARC-02	2	a novel isolate of bacillus cereus promotes growth in tomato and inhibits clavibacter michiganensis infection under greenhouse conditions	BAB-02	REP-111	SEA-02
4	ARC-03	3	abundance and ribotypes of phosphate-solubilizing bacteria in argentinean agricultural soils under no-till management	BAB-01	REP-17	SEA-03
5	ARC-04	4	abundancia y riqueza de hongos micorrizógenos arbusculares en cafetales de soconusco, chiapas, méxico	BAB-07	REP-128	SEA-04
6	ARC-05	5	açai palm seedling growth promotion by rhizobacteria inoculation	BAB-01	REP-41	SEA-05
7	ARC-06	6	adubação fosfatada com torta de filtro, fosfato natural e biofertilizantes em ultisol (argissolo)	BAB-07	REP-48	SEA-06
8	ARC-07	7	agronomic effectiveness of biofertilizers with phosphate rock, sulphur and acidithiobacillus for yam bean grown on a brazilian tableland acidic soil	BAB-02	REP-29	SEA-07
9	ARC-08	8	agronomic performance of strawberry plants under growing environments and organomineral fertilization	BAB-07	REP-106	SEA-08
10	ARC-09	9	agronomic, physicochemical, and sensory characteristics of fruit of biquinho pepper cultivated with liquid biofertilizer	BAB-04	REP-147	SEA-09
11	ARC-10	10	aislados bacterianos con potencial biofertilizante para plántulas de tomate	BAB-03	REP-157	SEA-10
12	ARC-11	11	aislamiento de cepas de bacillus spp. a partir del bioproducto iñplus con potencialidades para el desarrollo agropecuario e industrial	BAB-07	REP-104	SEA-11
13	ARC-12	12	aislamiento e identificación de bacterias solubilizadoras de fosfatos, habitantes de la rizósfera de chontaduro (b. gassipaes kunth)	BAB-07	REP-32	SEA-12
14	ARC-13	13	aislamiento e identificación de microorganismos con potencial biofertilizante de suelos arroceros del distrito de riego del rio zulia, norte de santander	BAB-06	REP-116	SEA-13
15	ARC-14	14	aislamiento y selección de hongos de suelo solubilizadores de fósforo nativos del estado de coahuila, méxico	BAB-06	REP-05	SEA-14

*Nota:* En la Figura se muestra la aplicación de las funciones de excel. Fuente: Propia

**Técnicas de limpieza de datos.** La estandarización de datos es un proceso que organiza y clasifica la información dentro de un modelo para fortalecer las conexiones entre los datos. Este proceso permite que los datos sean más flexibles y reduce la probabilidad de inconsistencias al centralizar la información en un único lugar. Además, asegura la mejora de la seguridad, la calidad de los datos y la reducción de ambigüedades (Raju et al., 2020).

A continuación, en la Figura 46 se observar una tabla con la información no estandarizada, mientras que en la Figura 47 se observa la aplicación de la estandarización, teniendo como resultado un formato único y uniforme, donde converge la información de diferentes tablas y se unen mediante códigos únicos de cada una de las nuevas tablas formadas, como se indica en la Figura 48.

Hay que considerar la aplicación de la estandarización según las necesidades específicas de cada tabla presente en la fuente de datos.

**Figura 46**

*Tabla de datos primarios sin aplicar la técnica de estandarización de datos.*

Cod	Título	Año	País	Cultivo	Tipo de cultivo	Método de Aplicación	Tiempo del experimento(días)	Desarrollo del experimento
ART-01	A combination of humic substances and Herbaspirillum seropedicaeinoculation enhances the growth of maize (Zea mays L.)	2012	Brasil	Zea mays L.	Alimenticio	Foliar	45	Campo
ART-02	A Novel Isolate of Bacillus cereus Promotes Growth in Tomato and Inhibits Clavibacter michiganensis Infection under Greenhouse Conditions	2021	México	Solanum lycopersicum	Alimenticio	Semilla	45	Invernadero
ART-03	Açai palm seedling growth promotion by rhizobacteria inoculation	2019	Brasil	Euterpe oleracea Mart.	Alimenticio	Semilla	150	Campo

*Nota:* En la Figura se muestra la tabla de datos primarios sin aplica la técnica de estandarización.

Fuente: Propia

**Figura 47**

Tabla de datos primarios aplicando la técnica de estandarización de datos.

Id_Datos_Pri	Id_Articulo_Cie	Id_Fecha_Pub	Id_Ubicacion_Geo	Id_Cultivo_Uti	Id_Tipo_Cul	Id_Metodo_Apl	Id_Tiempo_Exp	Id_Desarrollo_Exp	Id_Estado_Bio	Id_Origen_Mic	Biofert
DAP-01	ARC-01	FEP-08	UBG-02	CUU-48	TIC-01	MEA-02	TIE-11	DEE-01	ESB-01	ORM-02	Si
DAP-02	ARC-02	FEP-17	UBG-09	CUU-42	TIC-01	MEA-06	TIE-11	DEE-03	ESB-01	ORM-02	Si
DAP-03	ARC-05	FEP-15	UBG-02	CUU-20	TIC-01	MEA-06	TIE-35	DEE-01	ESB-01	ORM-02	Si
DAP-04	ARC-06	FEP-14	UBG-02	CUU-48	TIC-01	MEA-02	TIE-10	DEE-03	ESB-02	ORM-01	Si
DAP-05	ARC-16	FEP-14	UBG-07	CUU-43	TIC-01	MEA-08	TIE-34	DEE-03	ESB-02	ORM-01	Si
DAP-06	ARC-22	FEP-13	UBG-07	CUU-47	TIC-01	MEA-06	TIE-02	DEE-02	ESB-01	ORM-02	Si
DAP-07	ARC-26	FEP-08	UBG-06	CUU-33	TIC-03	MEA-07	TIE-11	DEE-01	ESB-02	ORM-01	Si
DAP-08	ARC-31	FEP-16	UBG-04	CUU-48	TIC-01	MEA-07	TIE-06	DEE-03	ESB-01	ORM-02	Si
DAP-09	ARC-36	FEP-13	UBG-04	CUU-22	TIC-03	MEA-06	TIE-23	DEE-03	ESB-01	ORM-02	Si
DAP-10	ARC-38	FEP-17	UBG-02	CUU-15	TIC-01	MEA-07	TIE-35	DEE-01	ESB-01	ORM-02	Si

Nota: En la Figura se muestra la tabla de datos primarios aplicando la estandarización. Fuente:

Propia

**Figura 48**

Nuevas tablas creadas a partir de la estandarización de datos.

Id_Ubicacion_Geo	Región	País	Capital	Longitud	Latitud
UBG-01	América del Sur	Argentina	Buenos Aires	-58.437088010	-34.607566830
UBG-02	América del Sur	Brasil	Brasilia	-47.882316590	-15.793403630
UBG-03	América del Sur	Chile	Santiago de Chile	-70.650451660	-33.433774660
UBG-04	América del Sur	Colombia	Bogotá	-74.083564760	4.652954100
UBG-05	América Central	Costa Rica	San José	-84.079780580	9.933134080
UBG-06	América Central	Cuba	La Habana	-82.358963010	23.135305400
UBG-07	América del Sur	Ecuador	Quito	-78.512329100	-0.220164110
UBG-08	América Central	Honduras	Tegucigalpa	-87.204200740	14.105759620
UBG-09	América del Norte	México	Ciudad de México	-99.134208680	19.432678220
UBG-10	América del Sur	Perú	Lima	-77.036521910	-12.062106130
UBG-11	América del Sur	Venezuela	Caracas	-66.914604190	10.506093030

Nota: En la Figura se muestra ejemplos de las nuevas tablas creadas a partir de la estandarización

de datos. Fuente: Propia

**Técnica One-Hot Encoding.** La codificación one-hot es una técnica utilizada para transformar datos categóricos nominales, es decir, convertir características basadas en texto en valores numéricos. Este método, se crea una nueva columna para cada nivel de la característica categórica, donde cada categoría se representa con una variable binaria (0 o 1), donde 0 indica la ausencia de la categoría y 1 su presencia (Dahouda & Joe, 2021).

En la Figura 49 se observa datos individuales o un conjunto de datos en la columna (microorganismo empleado), esto implica la necesidad de aplicar la técnica correspondiente para separar los datos en columnas individuales, evitando problemas que pueden surgir en el análisis posterior.

**Figura 49**

*Columna con datos individuales o un conjunto de datos del mismo tipo (microorganismos).*

Burkholderia sp.
Pseudomonas fluorescense + Azotobacter chococum
Glomus fasciculatum+Scutellospora heterogama+ Glomus mosseae+Glomus manihotis+Acaulospora rugosa + Entrophospora colombiana

*Nota:* En la Figura se muestra la columna con datos de los microorganismos empleados en los artículos analizados. Fuente: Propia

En la Figura 50 se muestra la aplicación de la técnica One-Hot Encoding en una nueva tabla titulada “TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleados”, donde los nombres de los microorganismos empleados actúan como las columnas y asignado los valores de 0 y 1 para indicar la ausencia o presencia del microorganismo correspondiente en cada caso.

## Figura 50

Nueva tabla donde se aplica la técnica de one-hot encoding en la columna de microorganismos empleados.

id_Microorganismo_Emp	Acaulospora longula	Acaulospora mellea	Acaulospora rugosa	Acaulospora scrobiculata	Agrobacterium larrymoorei	Aspergillus niger	Aspergillus tubingensis
3 MIE-01	0	0	0	0	0	0	0
4 MIE-02	0	0	0	0	0	0	0
5 MIE-03	0	0	0	0	0	0	0
6 MIE-04	0	0	0	0	0	0	0
7 MIE-05	0	0	1	0	0	0	0
8 MIE-06	0	0	0	0	0	0	0
9 MIE-07	0	0	0	0	0	0	0
10 MIE-08	0	0	0	0	0	0	1
11 MIE-09	0	0	0	0	0	0	0
12 MIE-10	0	0	0	0	0	0	0
13 MIE-11	0	0	0	0	0	0	0
14 MIE-12	0	0	0	0	0	0	0
15 MIE-13	0	0	0	0	0	0	0
16 MIE-14	0	0	0	0	0	0	0
17 MIE-15	0	0	0	0	0	0	0
18 MIE-16	0	0	0	0	0	0	0
19 MIE-17	0	0	0	0	0	0	0
20 MIE-18	0	0	0	0	0	0	0
21 MIE-19	0	0	0	0	0	0	0
22 MIE-20	0	0	0	0	0	0	0
23 MIE-21	0	0	0	0	0	0	0

Nota: En la Figura se muestra la nueva tabla con la aplicación de la técnica one-hot encoding en la columna de microorganismo empleado. Fuente: Propia

**Notación CamelCase.** CamelCase se originó en los años 70-80 con el desarrollo de los primeros lenguajes de programación como un método de escritura que facilita la lectura y comprensión del código fuente. Este método de escritura presenta una cadena de caracteres (palabra compuesta) sin utilizar separadores como espacios o guiones, en su lugar las palabras se separan visualmente mediante la alteración de minúsculas y mayúsculas, donde las letras mayúsculas del medio de las palabras evocan las jorobas de un camello (*CamelCase*, n.d.).

En la Figura 51 se observa el nombre de cada una de las 21 tablas dentro de la investigación propuesta siguiendo el método de escritura de CamelCase.

## Figura 51

*Nombres de las tablas aplicando la notación CamelCase.*

TablaDeDimensionesAnalisisEfectos
TablaDeDimensionesArticuloCientifico
TablaDeDimensionesBaseBibliografica
TablaDeDimensionesCultivoUtilizado
TablaDeDimensionesDesarrolloExperimento
TablaDeDimensionesEspecieAnalizada
TablaDeDimensionesEspecieMencionada
TablaDeDimensionesEstadoBiofertilizante
TablaDeDimensionesFechaPublicacion
TablaDeDimensionesGeneroMencionado
TablaDeDimensionesMetodoDeAplicación
TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado
TablaDeDimensionesNumeroCultivo
TablaDeDimensionesOrigenMicroorganismo
TablaDeDimensionesRevistaPublicacion
TablaDeDimensionesSeleccionArticulos
TablaDeDimensionesTaxonomia
TablaDeDimensionesTiempoExperimento
TablaDeDimensionesTipoCultivo
TablaDeDimensionesUbicacionGeografica
TablaDeHechosDatosPrimarios

*Nota:* En la Figura se muestra todos los nombres de las tablas de la investigación presente aplicando la notación de CamelCase. Fuente: Propia

**Herramienta Canadensys.** La herramienta Canadensys (Figura 52), es una aplicación desarrollada por el nodo de Fondo Mundial de Información sobre Biodiversidad (GBIF) de Canadá, con el objetivo de hacer que la información sobre biodiversidad contenida en instituciones y colecciones biológicas canadienses sea accesible para todos. Además de proporcionar datos sobre biodiversidad, como listas de especies, observaciones, datos ecológicos y otras funcionalidades (Canadensys, n.d.).

## Figura 52

*Logo de la herramienta Canadensys.*



*Nota:* En la Figura se presenta el logo de la herramienta Canadensys. Fuente: (Canadensys, *n.d.*)

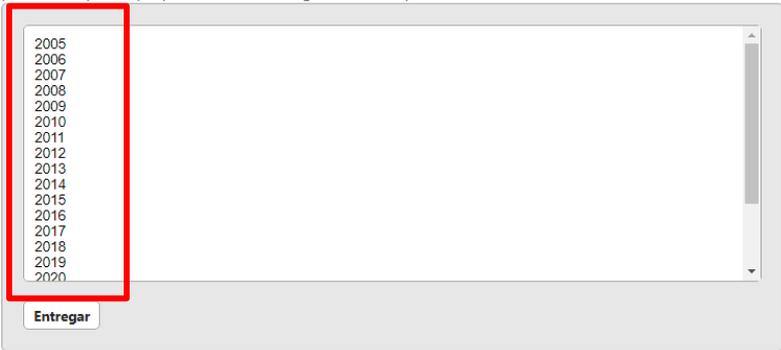
Dentro de esta aplicación se utilizó la herramienta de análisis de fechas que permitió verificar si las fechas dentro de los datos presentados tienen el formato correcto. En la Figura 53 se observa la utilización e ingreso de las fechas correspondientes para su verificación posterior. Mientras que en la Figura 54 se observa el resultado del análisis de fechas, que nos presenta el correcto formato en la ISO 8601 para usar en los datos del proyecto presente.

### **Figura 53**

*Verificación con el análisis de fechas.*

análisis de fecha

Utilice esta herramienta para analizar fechas en sus componentes. Escriba o pegue fechas en líneas separadas, opcionalmente precedidas por su propio identificador seguido de una pestaña o una barra vertical.



2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020

Entregar

*Nota:* En la Figura se muestra la utilización del análisis de fecha para verificar los datos son correctos. Fuente: Propia

## Figura 54

*Resultado del análisis de fechas.*

Resultados del análisis de fechas

original	año	mes	día	ISO 8601
2005	2005			2005
2006	2006			2006
2007	2007			2007
2008	2008			2008
2009	2009			2009
2010	2010			2010
2011	2011			2011
2012	2012			2012
2013	2013			2013
2014	2014			2014
2015	2015			2015
2016	2016			2016
2017	2017			2017
2018	2018			2018
2019	2019			2019
2020	2020			2020
2021	2021			2021
2022	2022			2022
2023	2023			2023
2024	2024			2024

*Nota:* En la Figura se muestra el resultado del análisis de fechas. Fuente: Propia

**Herramienta SpeciesLink.** SpeciesLink (Figura 55), es un servicio proporcionado por GIBF y desarrollado por Centro de Referencia de Información Ambiental (CRIA) con el objetivo principal de ayudar a las colecciones biológicas a validar datos geográficos. Al ingresar las coordenadas geográficas en la herramienta devuelve información sobre el lugar tales como el nombre del país, estado o región administrativa, y el nombre del municipio o distrito y entre otro tipo de información (SpeciesLink InfoXY Tool, n.d.).

## **Figura 55**

*Logo de la herramienta SpeciesLink.*



*Nota:* En la Figura se presenta el logo de la herramienta SpeciesLink. Fuente: (SpeciesLink InfoXY Tool, *n.d.*)

En la Figura 56 se observa el uso de SpeciesLink (InfoXY) para validar las coordenadas de los países incluidos en los datos del proyecto actual. Este proceso se lo realiza mediante el ingreso de coordenadas geográficas junto con un identificador, separados por comas. Mientras que en la Figura 57 y 58 presenta los resultados esperados, una tabla de información y un mapa que presenta la ubicación geográfica (ver mapa) de cada uno de los datos previamente ingresados para su verificación

## **Figura 56**

*Utilización de la herramienta SpeciesLink*

Esta herramienta fue desarrollada por CRIA con el objetivo de ayudar a las colecciones biológicas a validar datos geográficos. Al ingresar datos sobre coordenadas geográficas, la herramienta devuelve información sobre el punto, como el nombre del país, estado o región administrativa, y el nombre del municipio o distrito. Si el punto está en el mar, la herramienta calculará la distancia a la costa más cercana, indicando el nombre del país. La base de datos utilizada es Áreas Administrativas Globales. infoXY versión 2.0

id. longitud. latitud (grado decimal)

3,	-70.650451660,	-33.437774660
4,	-74.083564760,	4.652954100
4,	-84.079780580	,9.933134080
6,	-82.358963010	,23.135305400
7,	-78.512329100,	-0.220164110
8,	-87.204200740	,14.105759620
9,	-99.134208680	,19.432678220
10,	-77.036521910,	-12.062106130
11,	-66.914604190,	10.506093030

producción:  
HTML

ver mapa

Buscar

buscar  
indicadores  
de datosLimpieza

email  
Lista de Discusión  
Centro de Referencia en Información Ambiental, CRIA  
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

Nota: En la Figura se muestra las coordenadas geográficas para su verificación. Fuente: Propia

### Figura 57

Resultado uno esperado de SpeciesLink (Infoxy)

#### Resultados

identificación	longitud	latitud	pais	administrador1	tipoadmin1	administrador2	tipoadmin2	administrador3	tipoadmin3	administrador4	tipoadmin4
1	-58.437088010	-34.607566830	Argentina	ciudad de buenos aires	Distrito Federal	Distrito Federal	Distrito Federal				
2	-47.882316590	-15.793403630	Brasil	Distrito Federal	Distrito Federal	Brasilia	Región Administrativa	Brasilia	Distrito		
3	-70.650451660	-33.437774660	Chile	Región Metropolitana de Santiago	Región	santiago	Provincia	santiago	Municipio		
4	-74.083564760	4.652954100	Colombia	Cundinamarca	Departamento	santafe de bogota					
4	-84.079780580	9.933134080	Costa Rica	San Jose	Provincia	San Jose	Cantón				
6	-82.358963010	23.135305400	Cuba	ciudad de la habana	Provincia	Habana Vieja	Municipio				
7	-78.512329100	-0.220164110	Ecuador	Pichincha	Provincia	Quito	Cantón	Quito	Parroquia		
8	-87.204200740	14.105759620	Honduras	Francisco Morazan	Departamento	Distrito Central	Municipio				
9	-99.134208680	19.432678220	México	Distrito Federal	Distrito Federal	Azcapotzalco	Municipio				
10	-77.036521910	-12.062106130	Perú	Provincia de Lima	Provincia	Lima	Provincia	Lima	Distrito		
11	-66.914604190	10.506093030	Venezuela	Distrito Capital	Estado	libertador	Municipio				

Nota: En la Figura se muestra una tabla con información de acuerdo con datos previamente ingresados. Fuente: Propia

**Figura 58**

*Resultado dos esperado de SpeciesLink (Infoxy)*



*Nota:* En la Figura se muestra un mapa con las ubicaciones de acuerdo con datos previamente ingresados. Fuente: Propia

**Herramienta GBIF.** El Fondo Mundial de Información sobre Biodiversidad (GBIF), es una iniciativa financiada por los gobiernos del mundo, establecida en el año 2001 a partir de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Su función es facilitar el acceso y la utilización de extensas colecciones de datos sobre biodiversidad, promover la investigación científica en este campo y servir a los intereses económicos y de calidad de vida de la sociedad, además de proporcionar una base desde la cual presente conocimiento del mundo natural, evitando la duplicación de esfuerzos y recursos (GBIF, n.d.).

## Figura 59

*Logo de la herramienta GBIF.*



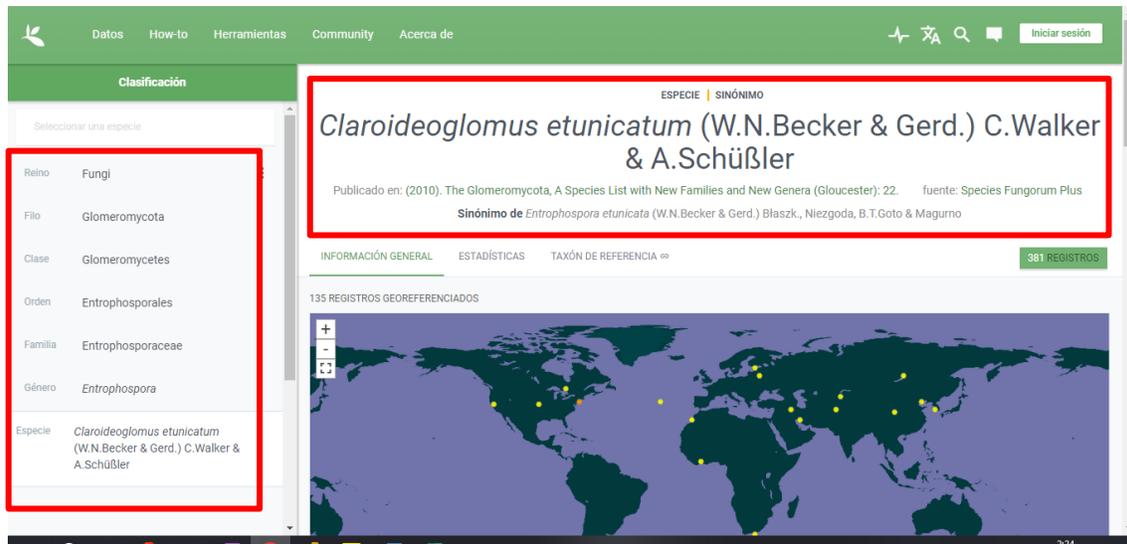
*Nota:* En la Figura se presenta el logo de la herramienta GBIF. Fuente: (GBIF, *n.d.*)

En la Figura 60 se observa la información proporcionada por la página de GBIF respecto a las especies mencionadas dentro de los datos del presente proyecto. Donde se ofrece una presentación clara y esencial como el nombre de la especie, el año de publicación y el nombre del descubridor. Más allá de estos datos básicos, el sitio se centra en explicar la clasificación taxonómica de cada microorganismo (especie) de manera accesible y comprensible.

Mientras que en la Figura 61 se presenta la información verificada de cada especie dentro de los datos del estudio, donde se verifico su nombre correcto y su taxonomía microbiana, si se presenta alguna observación en la verificación, se detalla dicha observación, se realizó con 79 datos de especies presentes.

**Figura 60**

Información presentada de las especies requeridas.



Nota: En la Figura se muestra la información de la especie buscada dentro de GBIF. Fuente: Propia

**Figura 61**

Nombre y taxonomía de la especie.

Id	Taxonomía	Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Observaciones con base a la herramienta
1	TAX-01	Fungi	Glomeromycota	Glomeromycetes	Diversisporales	Acaulosporaceae	Acaulospora	<i>Acaulospora longula</i>	Sin observaciones
2	TAX-02	Fungi	Glomeromycota	Glomeromycetes	Diversisporales	Acaulosporaceae	Acaulospora	<i>Acaulospora mellea</i>	Sin observaciones
3	TAX-03	Fungi	Glomeromycota	Glomeromycetes	Diversisporales	Acaulosporaceae	Acaulospora	<i>Acaulospora rugosa</i>	Sin observaciones
4	TAX-04	Fungi	Glomeromycota	Glomeromycetes	Diversisporales	Acaulosporaceae	Acaulospora	<i>Acaulospora scrobiculata</i>	Sin observaciones
5	TAX-05	Bacteria	Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Rhizobiales	Rhizobiaceae	Rhizobium	<i>Agrobacterium larrymoorei</i>	Sin observaciones
6	TAX-06	Fungi	Ascomycota	Eurotiomycetes	Eurotiales	Aspergillaceae	Aspergillus	<i>Aspergillus niger</i>	Sin observaciones
7	TAX-07	Fungi	Ascomycota	Eurotiomycetes	Eurotiales	Aspergillaceae	Aspergillus	<i>Aspergillus tubingensis</i>	Sin observaciones
8	TAX-08	Bacteria	Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Azospirillales	Azospirillaceae	Azospirillum	<i>Azospirillum brasilense</i>	Sin observaciones
9	TAX-09	Bacteria	Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Azospirillales	Azospirillaceae	Azospirillum	<i>Azospirillum</i> sp.	Sin observaciones
10	TAX-10	Bacteria	Proteobacteria	Alphaproteobacteria	Azospirillales	Azospirillaceae	Azospirillum	<i>Azospirillum</i> spp.	Sin observaciones
11	TAX-11	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Azotobacter	<i>Azotobacter chroococcum</i>	Sin observaciones
12	TAX-12	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Azotobacter	<i>Azotobacter</i> sp.	Sin observaciones
13	TAX-13	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Azotobacter	<i>Azotobacter</i> spp.	Sin observaciones
14	TAX-14	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Azotobacter	<i>Azotobacter vinelandii</i>	Sin observaciones
15	TAX-15	Bacteria	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	Bacillus	<i>Bacillus cereus</i>	Sin observaciones
16	TAX-16	Bacteria	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	Bacillus	<i>Bacillus flexus</i>	Sin observaciones
17	TAX-17	Bacteria	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	Bacillus	<i>Bacillus licheniformis</i>	Sin observaciones
18	TAX-18	Bacteria	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	Bacillus	<i>Bacillus megaterium</i>	Sin observaciones
19	TAX-19	Bacteria	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	Bacillus	<i>Bacillus</i> sp.	Sin observaciones
20	TAX-20	Bacteria	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	Bacillus	<i>Bacillus</i> spp.	Sin observaciones
21	TAX-21	Bacteria	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	Bacillus	<i>Bacillus subtilis</i>	Sin observaciones
22	TAX-22	Bacteria	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	Bacillus	<i>Bacillus</i> spp.	Sin observaciones
23	TAX-23	Bacteria	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	Bacillus	<i>Bacillus</i> spp.	Sin observaciones

Nota: En la Figura se muestra el nombre y taxonomía de la especie verificada mediante GBIF.

Fuente: Propia

Un punto por tomar en cuenta dentro de la “TablaDeDimnesionesTaxonomia” se realizó una imputación de datos en relación con la fila 56, presenta un error de tipeo en el nombre de la especie, el nombre correcto está en la fila 63 por lo que se realizó dicho procedimiento con la respectiva aprobación por el equipo de investigación, como se observa en la Figura 62.

## Figura 62

*Imputación de datos.*

55	TAX-54	Fungi	Ascomycota	Eurotiomycetes	Eurotiales	Aspergillaceae	Penicillium	<i>Penicillium waksmanii</i>
56	TAX-55	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Pseudomonas	<i>Pseudomona spp.</i>
57	TAX-56	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Pseudomonas	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
58	TAX-57	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Pseudomonas	<i>Pseudomonas lini</i>
59	TAX-58	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Pseudomonas	<i>Pseudomonas luteola</i>
60	TAX-59	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Pseudomonas	<i>Pseudomonas migulae</i>
61	TAX-60	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Pseudomonas	<i>Pseudomonas putida</i>
62	TAX-61	Bacteria	Pseudomonadota	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Pseudomonas	<i>Pseudomonas silesiensis</i>
63	TAX-62	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Pseudomonas	<i>Pseudomonas sp.</i>
64	TAX-63	Bacteria	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Pseudomonas	<i>Pseudomonas spp.</i>
65	TAX-64	Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	Ophiocordycipitaceae	Purpureocillium	<i>Purpureocillium lilacinum</i>

*Nota:* En la Figura se muestra la fila con el dato a imputar y la fila con el dato correcto. Fuente:

Propia

### Indicador de Calidad de Publicación de Artículos Científicos Latindex y SJR. El

Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América latina, el caribe, España y Portugal (Latindex), surge de colaboración entre diversas instituciones que trabajan de manera ordenada para reunir y difundir información sobre publicación científicas. Inicio en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en 1995 (*Latindex*, n.d.).

Quien ofrece dos productos principales: un directorio que proporciona datos bibliográficos y de contacto de todas las revistas, y un catálogo 2.0 enfocado exclusivamente en revistas en línea que cumplen altos estándares de calidad según la metodología de Latindex, además el catálogo 2.0 (octubre de 2018) reemplaza al catálogo 1.0 vigente desde 2002-2017 (*Latindex*, n.d.).

El SCImago Journal Rank (SJR) es una métrica creada por un grupo de investigadores de la Universidad de Granada en colaboración con otras instituciones, donde se evalúa la influencia de una revista científica basándose en la cantidad y calidad de las citas recibidas por sus artículos en un período de tres años. Proporciona información diversa sobre las revistas seleccionadas, como el h-index, tipo de publicación, ISSN, citas por documentos y una característica importante es su clasificación en cuartiles, que se utiliza para evaluar la importancia relativa de una revista en comparación con otras del mismo campo (*Revista Scimago y Clasificación Por Países*, n.d.).

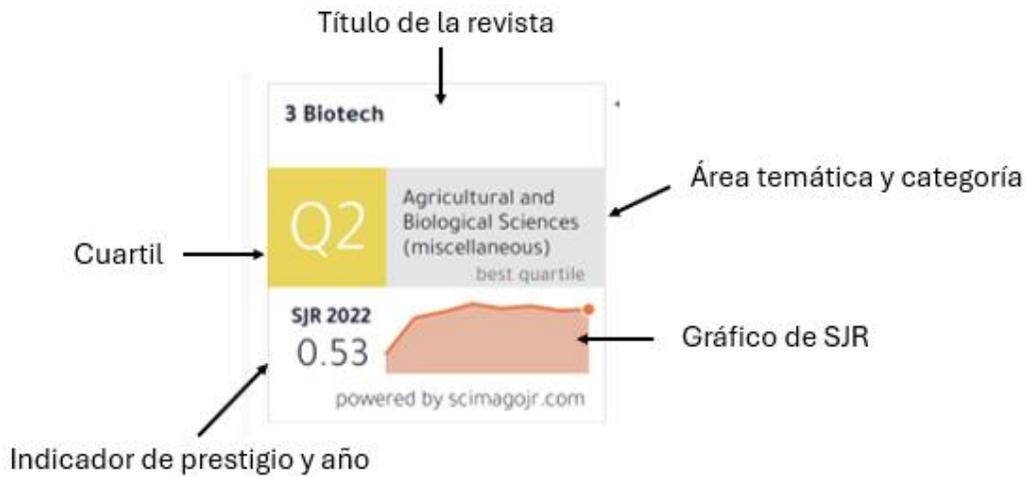
Estos cuartiles se dividen principalmente en cuatro partes, cada uno asociado a un color:

- **Q1 (Verde):** Revistas consideradas las más influyentes y prestigiosas de su campo.
- **Q2 (Amarillo):** Aunque no están en la cima, presentan un gran impacto significativo dentro de su campo.
- **Q3 (Naranja):** Revistas menos influyentes que los cuartiles superiores.
- **Q4 (Rojo):** Revistas que a menudo son menos citadas y prestigiosas dentro de su campo.

En la Figura 63 se observa una imagen utilizada por SJR que contiene la información más relevante de la revista de manera simple y precisa, mientras que en la Figura 64 se observa la “TablaDeDimensionesRevistaPublicacion” que detalla varios datos correspondientes, el nivel de impacto, score, issn electrónico y año de SJR de cada una de las revistas presentes en la tabla.

**Figura 63**

Información presentada por SJR



Nota: En la Figura se muestra la información de calidad de la revista requerida. Fuente: Propia

**Figura 64**

Información de calidad de las revistas presentes.

	A	B	C	D	E	F
	Id_Revista_Pub	Revista	ISSN electrónico	Nivel de impacto	Score	SJR
2	REP-01	3 Biotech	2190-5738	Q2	0.53	2022
3	REP-02	ACI Avances en Ciencias e Ingenierías	2528-7788	Catálogo v2.0	Catálogo v2.0	2022
4	REP-03	Acta Agronomica	0120-2812	Q4	0.15	2022
5	REP-04	Acta Biologica Colombiana	0120-548X	Q3	0.22	2022
6	REP-05	Acta Botanica Mexicana	2448-7589	Q3	0.25	2022
7	REP-06	Acta Physiologiae Plantarum	1861-1664	Q2	0.57	2022
8	REP-07	Acta Scientiarum - Agronomy	1807-8621	Q2	0.38	2022
9	REP-08	Agricultura Técnica en México/Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas	0568-2517	Catálogo v2.0	Catálogo v2.0	2022
10	REP-09	Agriculture and Natural Resources	2452-316X	Q4	0.19	2022
11	REP-10	Agrociencia	1405-3195	Q4	0.16	2022
12	REP-11	Agronomía Colombiana	0120-9965	Q4	0.18	2022
13	REP-12	Agronomía Costarricense	0377-9424	Catálogo v2.0	Catálogo v2.0	2022
14	REP-13	Agronomía Mesoamericana	2215 3608	Q4	0.19	2022
15	REP-14	Agronomía Tropical	0002-192X	Catálogo v2.0	Catálogo v2.0	2022
16	REP-15	Alternativas	1390-1915	Catálogo v2.0	Catálogo v2.0	2022
17	REP-16	AMB Express	2191-0855	Q2	0.69	2022
18	REP-17	Annals of Microbiology	1869-2044	Q2	0.61	2022
19	REP-18	Antonie van Leeuwenhoek	1572-9699	Q2	0.61	2022
20	REP-19	Applied and Environmental Microbiology	1098-5336	Q1	1.03	2022
21	REP-20	Applied Microbiology and Biotechnology	1432-0614	Q1	0.97	2022
22	REP-21	Applied Soil Ecology	0929-1393	Q1	1.16	2022
23	REP-22	Archives of Microbiology	1423-022X	Q2	0.54	2022

Nota: En la Figura se muestra la información de calidad de cada una de las revistas presentes dentro de la tabla. Fuente: Propia

## 2.4.2. Modelo Tabular

El modelo tabular es una forma de estructurar y presentar datos de una tabla con filas y columnas, cada columna identificada con un encabezado único representa o describe el tipo de información que contiene, mientras que las filas representan una entrada de datos con información relacionada. Aplicando el modelo tabular se puede filtrar ordenar y analizar los datos de manera más fácil, además de presentar un beneficio para conjuntos de datos (dataset) extenso (Formato Tabular, n.d.).

Después de completar el proceso de limpieza de datos en relación con la fuente de datos sobre biofertilizantes microbianos, se generaron 21 tablas, 20 tablas dimensionales y una tabla central o de hechos, en las cuales se realizó el modelo tabular. A continuación, en la Figura 65 se observa la tabla de hechos con el modelo tabular.

**Figura 65**

*Tabla de hechos con el modelo tabular*

1	Id_Datos_Pri	Id_Articulo_Cie	Id_Fecha_Pub	Id_Ubicacion_Geo	Id_Cultivo_Uti	Id_Tipo_Cul	Id_Metodo_Apl	Id_Tiempo_Exp	Id_Desarrollo_Exp	Id_Estado_Bio	Id_Origen_Mic	Biofert
2	DAP-01	ARC-01	FEP-08	UBG-02	CUU-48	TIC-01	MEA-02	TIE-11	DEE-01	ESB-01	ORM-02	Si
3	DAP-02	ARC-02	FEP-17	UBG-09	CUU-42	TIC-01	MEA-06	TIE-11	DEE-03	ESB-01	ORM-02	Si
4	DAP-03	ARC-05	FEP-15	UBG-02	CUU-20	TIC-01	MEA-06	TIE-35	DEE-01	ESB-01	ORM-02	Si
5	DAP-04	ARC-06	FEP-14	UBG-02	CUU-48	TIC-01	MEA-02	TIE-10	DEE-03	ESB-02	ORM-01	Si
6	DAP-05	ARC-16	FEP-14	UBG-07	CUU-43	TIC-01	MEA-08	TIE-34	DEE-03	ESB-02	ORM-01	Si
7	DAP-06	ARC-22	FEP-13	UBG-07	CUU-47	TIC-01	MEA-06	TIE-02	DEE-02	ESB-01	ORM-02	Si
8	DAP-07	ARC-26	FEP-08	UBG-06	CUU-33	TIC-03	MEA-07	TIE-11	DEE-01	ESB-02	ORM-01	Si
9	DAP-08	ARC-31	FEP-16	UBG-04	CUU-48	TIC-01	MEA-07	TIE-06	DEE-03	ESB-01	ORM-02	Si
10	DAP-09	ARC-36	FEP-13	UBG-04	CUU-22	TIC-03	MEA-06	TIE-23	DEE-03	ESB-01	ORM-02	Si
11	DAP-10	ARC-38	FEP-17	UBG-02	CUU-15	TIC-01	MEA-07	TIE-35	DEE-01	ESB-01	ORM-02	Si
12	DAP-11	ARC-39	FEP-18	UBG-09	CUU-11	TIC-01	MEA-02	TIE-33	DEE-01	ESB-01	ORM-02	Si
13	DAP-12	ARC-40	FEP-16	UBG-04	CUU-42	TIC-01	MEA-06	TIE-02	DEE-03	ESB-01	ORM-02	Si
14	DAP-13	ARC-46	FEP-09	UBG-06	CUU-04	TIC-01	MEA-02	TIE-30	DEE-02	ESB-01	ORM-02	Si
15	DAP-14	ARC-48	FEP-16	UBG-06	CUU-21	TIC-01	MEA-07	TIE-08	DEE-01	ESB-01	ORM-01	Si
16	DAP-15	ARC-52	FEP-16	UBG-06	CUU-07	TIC-02	MEA-06	TIE-34	DEE-01	ESB-01	ORM-01	Si
17	DAP-16	ARC-53	FEP-07	UBG-09	CUU-16	TIC-01	MEA-07	TIE-29	DEE-01	ESB-01	ORM-02	Si
18	DAP-17	ARC-55	FEP-14	UBG-09	CUU-48	TIC-01	MEA-06	TIE-36	DEE-01	ESB-01	ORM-02	Si
19	DAP-18	ARC-57	FEP-16	UBG-02	CUU-26	TIC-01	MEA-07	TIE-04	DEE-01	ESB-02	ORM-02	Si
20	DAP-19	ARC-59	FEP-12	UBG-09	CUU-10	TIC-01	MEA-04	TIE-16	DEE-03	ESB-02	ORM-02	Si
21	DAP-20	ARC-61	FEP-12	UBG-01	CUU-23	TIC-04	MEA-06	TIE-08	DEE-02	ESB-01	ORM-02	Si
22	DAP-21	ARC-61	FEP-16	UBG-06	CUU-37	TIC-01	MEA-06	TIE-11	DEE-01	ESB-02	ORM-02	Si
23	DAP-22	ARC-77	FEP-13	UBG-04	CUU-21	TIC-01	MEA-05	TIE-20	DEE-01	ESB-01	ORM-02	Si

Nota: En la Figura se muestra la tabla de hechos aplicando el modelo tabular. Fuente: Propia

## 2.5. Definición de la Arquitectura

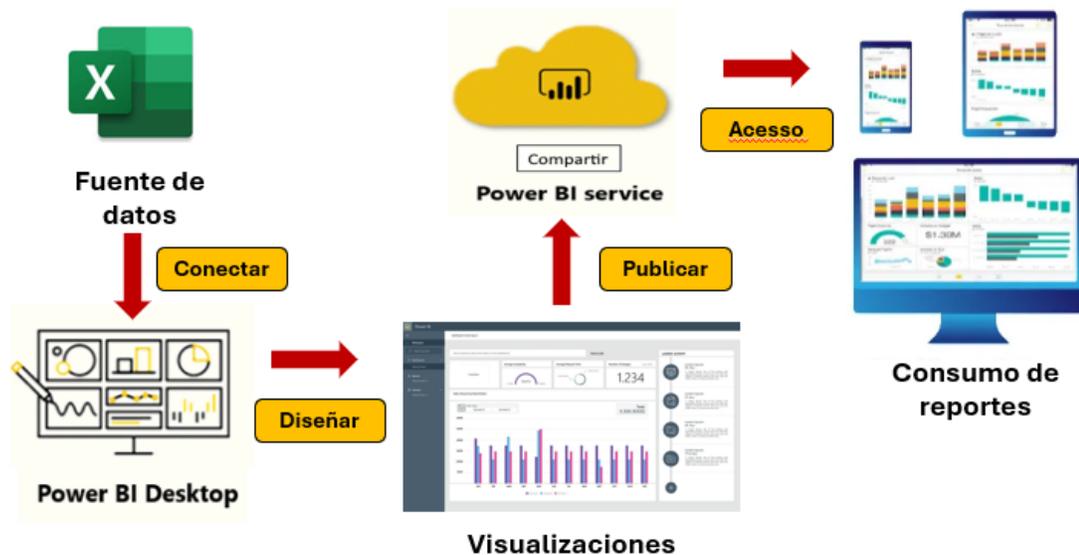
La arquitectura de una plataforma de Business Intelligence (BI) utilizando la herramienta de Microsoft Power BI, se compone de varios componentes claves que trabajan para proporcionar una solución completa de análisis y visualización de datos. Cada componente desempeña un papel importante abarcando desde el diseño de informes con Power BI Desktop hasta el consumo de informes a través de la web con Power BI Service. En la Figura 66 se define la arquitectura de la solución de BI, en donde se definen las siguientes componentes:

1. **Fuente de datos:** Componente encargado de proporcionar los datos que se analizarán y visualizarán dentro de la plataforma. Power BI Desktop admite una amplia variedad de fuentes de datos, tales como base de datos relacionales, archivos planos, servicios de nube y APIs.
2. **Power BI Desktop:** Es una herramienta de escritorio potente y versátil utilizada para el análisis y visualización de datos, permitiendo conectar fuentes de datos diferentes, transformar datos mediante operaciones (limpieza, fusión, agregación, y transformación y cargar los datos transformados en Power BI Desktop para su modelado (relación entre tablas y crear cálculos y medidas) para su análisis posterior.
3. **Visualización interactivos:** Power BI ofrece una variedad de herramientas de visualización y opciones interactivas, tales como tablas, una diversidad de gráficos (líneas, barras circulares), filtros, mapas y un sinnúmero de visualizaciones que se adopten a las necesidades de los usuarios interactivas tales como tablas gráficos de barras, gráficos circulares filtros, líneas, mapas, entre otros diversos visualizaciones de acuerdo a las necesidades de los usuarios permitiendo explorar y analizar los datos de manera efectiva.

4. **Servicio de Power BI:** Es una plataforma basada en la nube que permite publicar y compartir los informes creados en Power BI Desktop, configuración de actualizaciones automáticas, colaboración con otros usuarios mediante espacios de trabajo.
5. **Consumo de Reportes:** Un punto principal es el consumo de reportes donde los usuarios pueden acceder e interactuar con los informes y visualizaciones generadas por la plataforma, extrayendo valor de los datos y tomando decisiones informadas basadas en la información provista.

**Figura 66**

*Arquitectura de la solución BI.*



*Nota:* En la Figura se presenta la arquitectura y los componentes de la solución de BI utilizando Power BI . Fuente: Propia

### 2.5.1. Modelado dimensional (Bus Matriz)

El modelado dimensional es una técnica fundamental en la presentación de datos analíticos, diseñada para ofrecer información de manera que las organizaciones puedan

entenderla fácilmente. Esta metodología, popularizada por Ralph Kimball, se fundamenta en dos componentes principales: las tablas de hechos, que contienen datos cuantitativos, y las tablas de dimensiones, que ofrecen un contexto descriptivo a estos datos. El objetivo del modelado dimensional es estandarizar tanto las dimensiones como los hechos, garantizando así una interpretación y un uso coherente en toda la organización. De este modo, se facilita la toma de decisiones basada en datos precisos y uniformes (Ramadhani et al., 2021).

El bus matriz es una herramienta esencial para diseñar y comunicar la arquitectura del almacena de datos empresarial, compuesta por las filas que representan los procesos de negocio y las columnas que representan las dimensiones, cada celda marcada de la matriz indica si la dimensión está asociada con un proceso determinado. En la Figura 67 se presenta la información proporcionada dentro de bus matriz del proyecto realizado,

**Figura 67**

*Bus Matriz.*

Procesos de negocios	Dimensiones																				
	Artículos	Base Bibliográfica	Revista	Selección de Artículos	Análisis Efectos	Cultivos Empleados	Especie Analizada	Microorganismo Empleada	Fecha Publicación	Ubicación Geográfica	Tipos de Cultivos	Métodos de Aplicación	Tiempo Experimento	Desarrollo Experimento	Estado del Biofertilizante	Origen microorganismo	Taxonomía	Número cultivo	Especie Mencionada	Genera Mencionada	
Gestión de artículos	X	X	X																		
Control de revista			X																		
Selección de artículos	X			X																	
Gestión de datos centrales	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
Análisis de efectos en cultivos	X			X	X	X															
Gestión cultivos empleados	X				X				X								X				
Gestión Especies						X												X	X		
Gestión Microorganismos	X						X						X	X	X						

*Nota:* En la Figura se muestra el bus matriz donde se cruzan los procesos de negocios y las dimensiones. Fuente: Propia

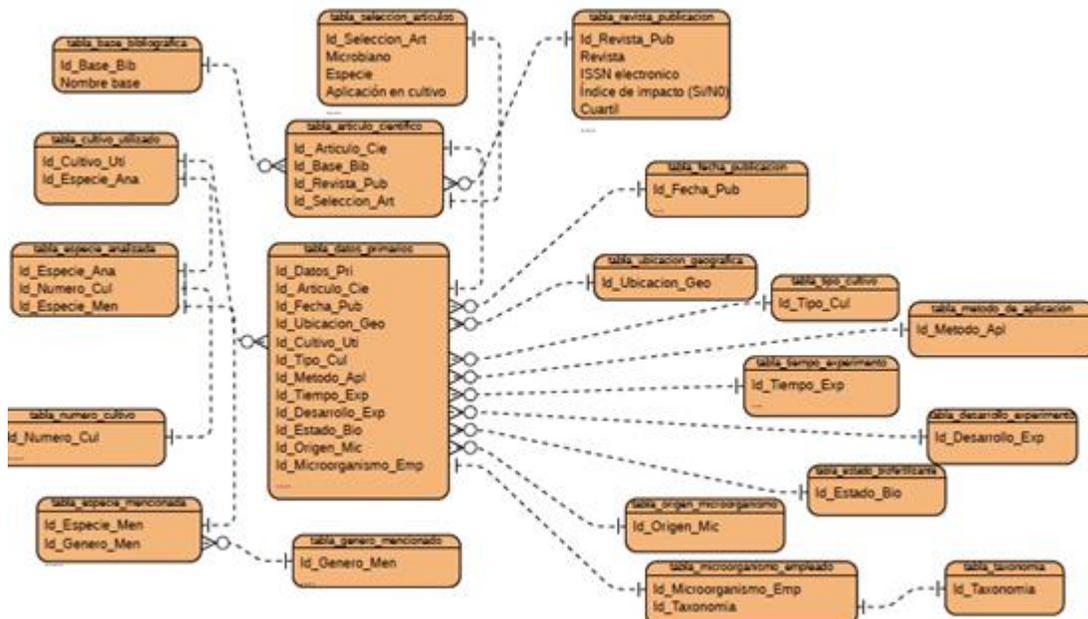
## 2.5.2. Modelo Lógico

Después de elaborar el modelo conceptual, a través del cual identificamos las tablas de hechos y dimensiones, es crucial proceder con el diseño o modelo lógico, enfocado en las entidades, atributos, claves primarias y foráneas tanto de la tabla de hechos y de las tablas de dimensiones. Es importante destacar que la tabla de hechos contiene claves subrogadas que identifican de manera única cada registro, así como claves foráneas que se relacionan con las dimensiones y las métricas correspondientes.

En la Figura 68 se observa el diseño del modelo lógico correspondiente, donde se observa que hay 1 tabla de hechos y 20 tablas de dimensión, relacionadas con las claves correspondientes de cada tabla.

**Figura 68**

*Diseño o modelo lógico.*



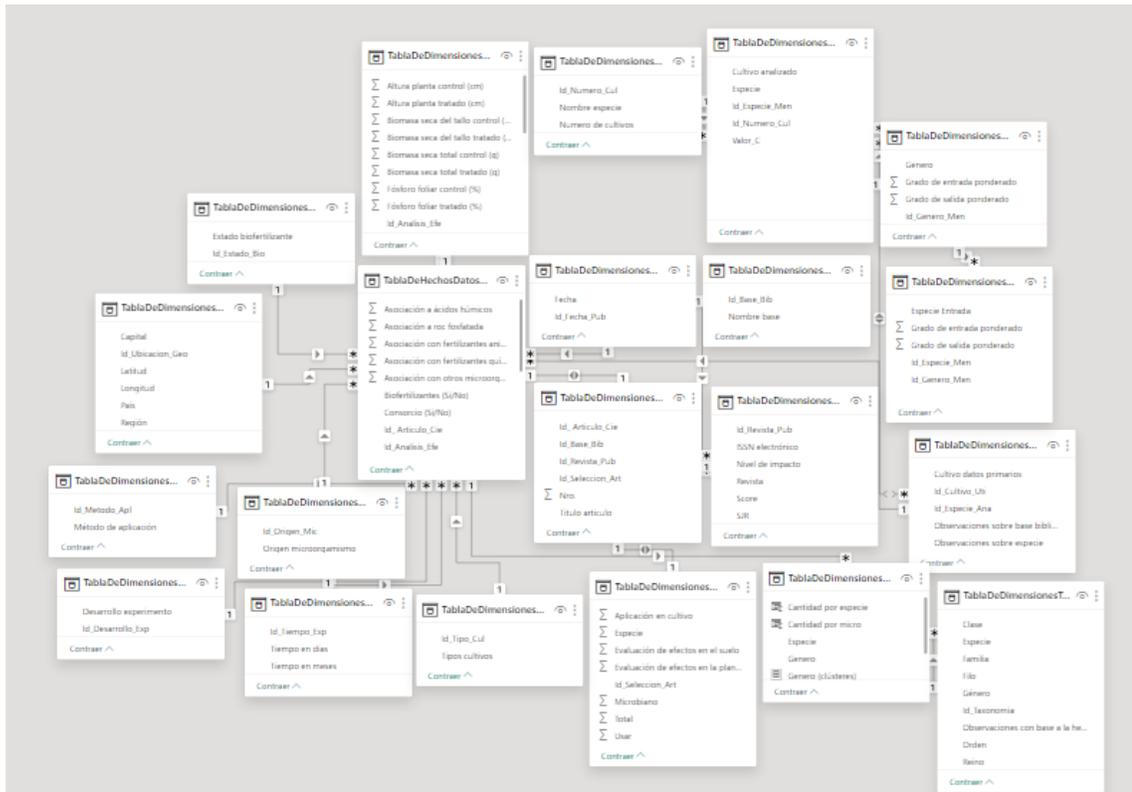
*Nota:* En la Figura se muestra el modelo lógico correspondiente al proyecto de biofertilizantes microbianos Fuente: Propia

### 2.5.3. Modelo Físico

Una vez definidas las dimensiones y la tabla de hechos, se desarrolla el diseño de base de datos física, es decir, es el proceso de formación de metadatos en la base de datos del datawarehouse/DW en donde se detallan los atributos de cada dimensión y hechos que se han diseñado previamente. En la Figura 69 se observa el modelo físico, que tiene 21 tablas (1 tabla de hechos y 20 tablas de dimensión).

**Figura 69**

*Diseño o modelo físico.*



*Nota:* En la Figura se muestra el modelo físico correspondiente al proyecto de biofertilizantes microbianos Fuente: Propia

#### 2.5.4. Instalación y Configuración de la Herramienta de Microsoft Power BI Desktop

Según (Greg Decker & Brett Powell, 2021) menciona que Power BI es un conjunto de herramientas y servicios de análisis de negocios que colaboran para acceder a fuentes de datos, darles forma, analizarlas, visualizarlas y compartir conocimientos. Aunque no es necesario utilizar todas las herramientas en cada proyecto o implementación de Power BI, se pueden obtener sinergias aprovechando las características únicas de varias herramientas como parte de soluciones integradas que abarcan diversas fuentes de datos y tipos de visualización.

Para descargar la herramienta Power Bi Desktop, existen dos métodos comúnmente utilizados: a través de la Microsoft Store o desde la página oficial de Microsoft Power BI. A continuación, se detallan los pasos para descargar e instalar desde la página oficial:

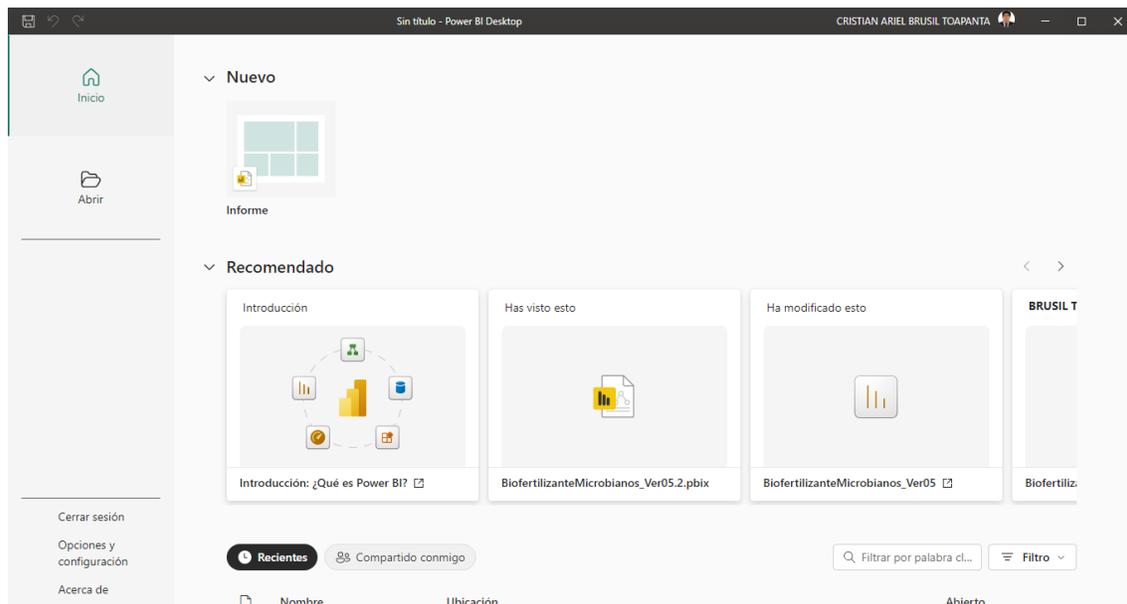
1. **Accede a la página de descarga:** Visita el sitio web oficial de Microsoft para descargar Power BI Desktop en este enlace siguiente  
“<https://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=58494>” y selecciona el idioma de tu preferencia.
2. **Selecciona la versión adecuada:** Seleccione la versión de Power BI Desktop que deseas descargar (32 bits o 64 bits), según las características de tu sistema operativo.
3. **Inicia la descarga:** Presione o haga clic en el botón de descarga correspondiente y guarda el archivo de instalación en tu dispositivo.
4. **Ejecuta el archivo de instalación:** Abre el archivo descargado para iniciar el proceso de instalación.

5. **Sigue el asistente de instalación:** Acepta los términos del contrato de licencia y selecciona la carpeta de destino para completar la instalación e iniciar el mismo.
6. **Configuración inicial:** Al iniciar Power BI Desktop por primera vez, completa el formulario con tu información personal o inicia sesión en el servicio para continuar.

Una vez completada la instalación y al abrir Power BI Desktop, verás la pantalla de inicio, como se muestra en la Figura 70, donde podrás comenzar a utilizar la aplicación para tus análisis de datos.

## Figura 70

*Inicio de Power BI Desktop.*



*Nota:* En la Figura se muestra la página inicial de Power BI Desktop. Fuente: Propia

## 2.6. Proceso de Extracción, Transformación y Carga (ETL)

El proceso de ETL (extract, transform and Load), es un paso necesario para dentro del proceso de limpieza. A continuación, se detalla cada uno de los pasos dentro del proceso de ETL.

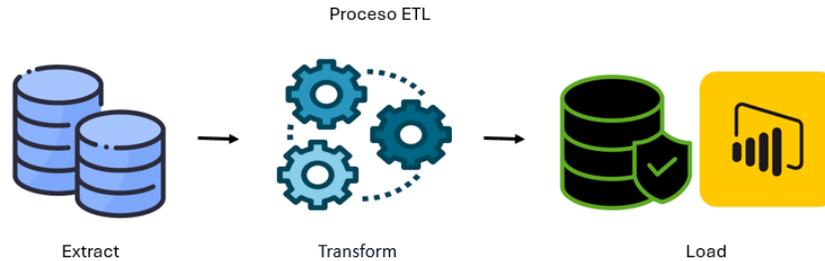
- **Extracción (Extract):** Es la capacidad de extraer información de diversas fuentes de origen tales como son: Microsoft Excel, PDF, Archivos CSV, JSON, entre otros,
- **Transformación (Transform):** Una vez extraídos los datos necesarios se necesita de una serie de transformaciones tales como: limpieza (correcciones ortográfico, elementos vacíos, elementos repetidos) y normalización de los datos.
- **Carga (Load):** Este paso implica usar los datos extraídos y transformados, una vez completados están listos para cargarse en herramientas para su posterior manipulación e interpretación.

El resultado es una base de datos multidimensional o relacional que puede usarse para analizar datos desde diferentes perspectivas. En el último paso, los datos son representados mediante interfaces (dashboard) para la presentación, exploración y análisis de datos comprensibles para los usuarios mediante informes, gráficos, tablas, etc. (Antunes et al., 2022).

En la Figura 71 se muestra el gráfico correspondiente del proceso ETL a seguir.

## Figura 71

### Proceso ETL



*Nota:* En la Figura se muestra el proceso ETL correspondiente. Fuente: Propia

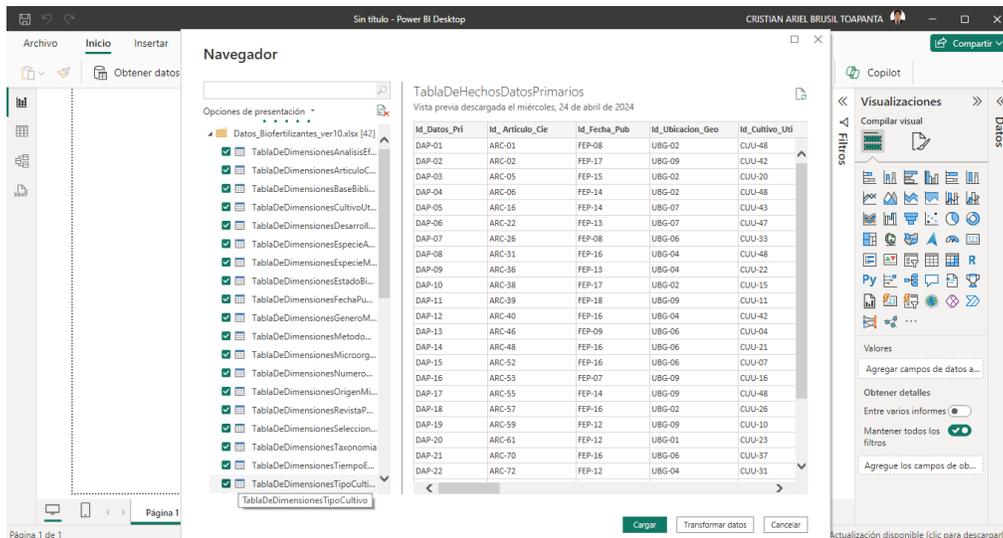
#### 2.6.1. Extracción de Datos

La extracción de datos es el primer paso del proceso ETL, implica la recuperación y recopilación de información desde una variedad de fuentes de datos. Durante este proceso, los datos se extraen de las fuentes de origen en su formato original, preservando su integridad y estructura inicial. La extracción de datos puede realizarse de forma incremental para obtener solo los datos modificados o nuevos desde la última extracción, lo que ayuda a optimizar el rendimiento y reducir la carga en los sistemas de origen. Una vez extraídos, los datos se preparan para la transformación y posterior carga en el sistema de destino, donde se utilizarán para análisis y toma de decisiones.

En la Figura 72, se presenta el proceso de extracción de la fuente de datos, en este caso, un archivo de Excel denominado “Datos\_Biofertilizantes”, hacia la herramienta Power BI Desktop para su uso posterior.

**Figura 72**

*Extracción de la fuente de datos.*



*Nota:* En la Figura se muestra la extracción de la fuente de datos (archivo de Excel) donde se seleccionan las tablas que se desea utilizar posteriormente. Fuente: Propia

### 2.6.2. Transformación (Power Query)

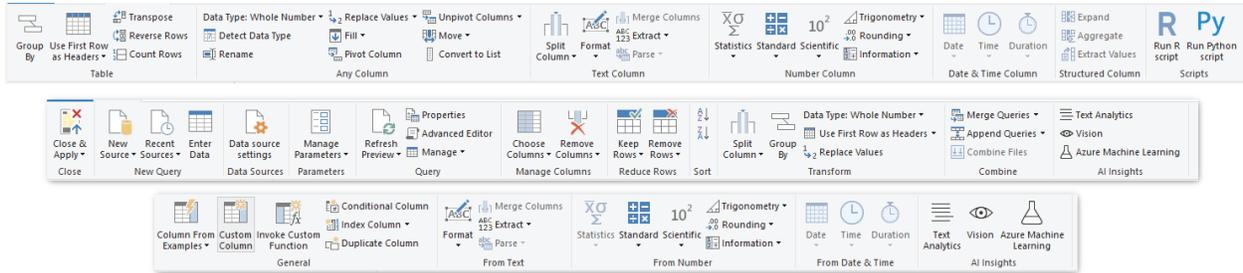
Power Query es una herramienta para la transformación y preparación de datos. Cuenta con una interfaz gráfica que permite a los usuarios obtener datos de diversas fuentes y un editor de Power Query para aplicar diversas transformaciones. Al estar disponible en numerosos productos y servicios, el lugar donde se almacenan los datos depende del entorno en el que se esté utilizando Power Query. Con esta herramienta, se pueden realizar procesos de extracción, transformación y carga (ETL) de datos de manera eficiente (Power Query, n.d.).

El motor de transformación (Power Query) ofrece una amplia gama de funciones de transformación preparadas que se pueden utilizar a través de su interfaz gráfica. Estas transformaciones van desde acciones simples como eliminar una columna o filtrar filas, hasta funciones comunes como utilizar la primera fila como encabezado de tabla. Además, incluye

opciones de transformación avanzadas, como combinar, anexar, agrupar, dinamizar y deshacer la dinamización. En la Figura 73 se muestra algunas de las transformaciones disponibles en el editor de Power Query.

**Figura 73**

*Menú de opciones para las transformaciones Power Query*



Nota: En la Figura se presenta los menús de opciones para las transformaciones de Power query.

Fuente: (Power Query, n.d.)

A continuación, se describen los diferentes pasos realizados de transformación mediante Power Query en las diferentes tablas de biofertilizantes microbianos.

**Tabla con el nombre de “TablaDeDimensionesAnálisisEfectos”.** Se aplicaron varias transformaciones. En la Figura 74, se observa el resultado final obtenido aplicando estas transformaciones en la tabla antes mencionada. Las transformaciones realizadas fueron las siguientes

- **Reemplazado de datos:** Dentro de todas las columnas el valor “No Determinado” se reemplazó con el valor de “0”

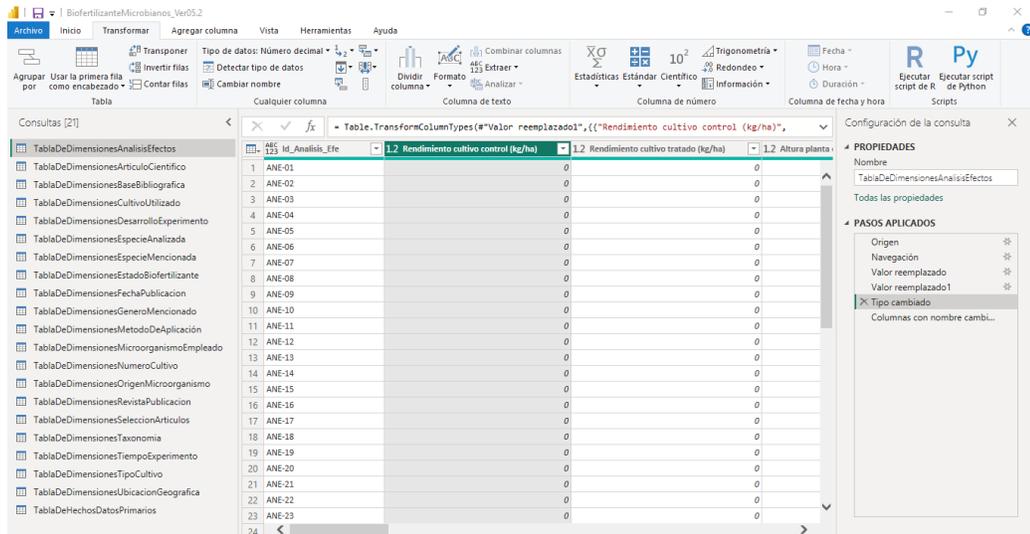
```
=Table.ReplaceValue("#Valor reemplazado", "No determinado", 0, Replacer.ReplaceValue, {"Rendimiento cultivo control (kg/ha)", "Rendimiento cultivo tratado (kg/ha) ", "Altura planta control (cm) ", "Altura planta tratado (cm) ", "Longitud raíz control (cm) ", "Longitud raíz tratado (cm) ", "Biomasa seca total control (g) ", "Biomasa seca total tratado (g) ", "Biomasa seca del tallo control (g) ", "Biomasa seca del tallo tratado (g) ", "Nitrógeno foliar control (%)", "Nitrógeno foliar tratado (%) ", "Fósforo foliar control (%)", "Fósforo foliar tratado (%)", "Potasio foliar control (%)", "Potasio foliar tratado (%)"}))
```

- **Cambio al tipo de dato:** Todas las columnas que se reemplazó los datos anteriormente, es necesario cambiar el tipo de dato a “Numero decimal”.

```
=Table.TransformColumnTypes("#Valor reemplazado1", {"Rendimiento cultivo control (kg/ha)", type number}, {"Rendimiento cultivo tratado (kg/ha) ", type number}, {"Altura planta control (cm) ", type number}, {"Altura planta tratado (cm) ", type number}, {"Longitud raíz control (cm) ", type number}, {"Longitud raíz tratado (cm) ", type number}, {"Biomasa seca total control (g) ", type number}, {"Biomasa seca total tratado (g) ", type number}, {"Biomasa seca del tallo control (g) ", type number}, {"Biomasa seca del tallo tratado (g) ", type number}, {"Nitrógeno foliar control (%)", type number}, {"Nitrógeno foliar tratado (%) ", type number}, {"Fósforo foliar control (%)", type number}, {"Fósforo foliar tratado (%)", type number}, {"Potasio foliar control (%)", type number}, {"Potasio foliar tratado (%)", type number}}))
```

**Figura 74**

*Tabla con el nombre de TablaDeDimensionesAnálisisEfectos.*



*Nota:* En la Figura se muestra las transformaciones realizadas mediante power query dentro de la tabla que contiene los datos de los efectos obtenidos por la utilización del biofertilizante. Fuente: Propia

**Tabla con el nombre de “TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado”.** Se aplicaron varias transformaciones. En la Figura 75, se observa el resultado final obtenido aplicando estas transformaciones en la tabla mencionada. Las transformaciones realizadas fueron las siguientes:

- **Otras columnas con anulación de dinamización:** Se aplicó la transformación de dinamización de columnas no seleccionadas, donde solo se seleccionó la columna `Id_Microorganismo_Emp`, mientras que las otras columnas fueron dinamizadas, obteniendo tres columnas resultantes: `Id_Microorganismo_Emp`, `Atributo` y `Valor`.

```
=Table.UnpivotOtherColumns("#Tipo cambiado", {"Id_Microorganismo_Emp"}, "Atributo", "Valor")
```

- **Filtro de datos:** Dentro de la columna Valor se aplicó un filtro para que no presente los valores iguales a 0.

```
= Table.SelectRows("#Otras columnas con anulación de dinamización", each ([Valor] <> 0))
```

- **Ordenar datos:** Se ordenaron los datos de la columna Valor de acuerdo con el valor de 1.

```
= Table.Sort("#Columnas quitadas",{{"Valor", Order.Ascending}})
```

- **Reemplazo de dato:** Dentro de la columna Valor se reemplazó el valor de 1 por la palabra “Si”.

```
=Table.ReplaceValue("#Filas ordenadas",1,"Si",Replacer.ReplaceValue,{"Valor"})
```

- **Cambio de nombre en columna:** Se cambio el nombre de la columna Atributo y Valor por los nombres de “Especie” y “Utilizado”. Un punto que tomar en cuenta el nombre de la columna “Especie” cambió por “Microorganismo” por opinión del grupo investigador al final.

```
= Table.RenameColumns("#Valor reemplazado",{{"Atributo", "Especie"}, {"Valor", "Utilizado"}})
```

- **Nueva columna:** Se duplicó la columna con el nombre de microorganismo (especie anteriormente) para luego ser separadas en dos columnas que contengan el género y la especie correspondiente, para luego eliminar la nueva columna de especie y obtener una nueva columna con el nombre de “Género” a utilizar.

```
= Table.DuplicateColumn("#Columnas quitadas1", "Especie", "Especie - Copia")
```

```
= Table.SplitColumn("#Columna duplicada", "Especie - Copia",
Splitter.SplitTextByDelimiter(" ", QuoteStyle.Csv), {"Especie -
Copia.1", "Especie - Copia.2", "Especie - Copia.3"})
```

```
= Table.RemoveColumns("#Valor reemplazado2",{"Especie - Copia.2"})
```

```
= Table.RenameColumns("#Columnas quitadas3",{"Especie - Copia.1",
"Género"}, {"Especie", "Microorganismo"})
```

**Figura 75**

*Tabla con el nombre de TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado.*

Id_Microorganismo_Emp	Microorganismo	Utilizado	Género	
1	MIE-11	Bacillus spp.	Si	Bacillus
2	MIE-01	Herbaspirillum seropedicae	Si	Herbaspirillum
3	MIE-77	Cupriavidus basiliensis	Si	Cupriavidus
4	MIE-21	Rhizopagus irregularis	Si	Rhizopagus
5	MIE-39	Bacillus subtilis	Si	Bacillus
6	MIE-50	Rhizobium leguminosarum	Si	Rhizobium
7	MIE-05	Glomus manihotis	Si	Glomus
8	MIE-60	Lactobacillus bulgaricus	Si	Lactobacillus
9	MIE-16	Azotobacter sp	Si	Azotobacter
10	MIE-87	Purpureocillium lilacinum	Si	Purpureocillium
11	MIE-28	Acaulospora rugosa	Si	Acaulospora
12	MIE-34	Azotobacter spp.	Si	Azotobacter
13	MIE-98	Pseudomonas fluorescens	Si	Pseudomonas
14	MIE-44	Azotobacter chroococcum	Si	Azotobacter
15	MIE-75	Pseudomonas sillesiensis	Si	Pseudomonas
16	MIE-04	Pseudomonas fluorescens	Si	Pseudomonas
17	MIE-61	Gluconacetobacter sp.	Si	Gluconacetobacter
18	MIE-07	Azotobacter chroococcum	Si	Azotobacter
19	MIE-51	Trichoderma harzianum	Si	Trichoderma
20	MIE-14	Rhizobium leguminosarum	Si	Rhizobium
21	MIE-83	Enterobacter spp.	Si	Enterobacter
22	MIE-18	Pseudomonas fluorescens	Si	Pseudomonas
23	MIE-63	Bradyrhizobium sp.	Si	Bradyrhizobium
24	MIE-25	Bacillus licheniformis	Si	Bacillus

*Nota:* En la Figura se muestra las transformaciones realizadas mediante power query dentro de la tabla que contiene los datos de todos los microorganismos utilizados dentro de los artículos analizados. Fuente: Propia

**Tabla con el nombre de “TablaDeDimensionesEspecieAnalizada”.** Se aplicaron varias transformaciones. En la Figura 76, se observa el resultado final obtenido aplicando estas transformaciones en la tabla mencionada. Las transformaciones realizadas fueron las siguientes:

- **Otras columnas con anulación de dinamización:** Se realizó la transformación de dinamización de columnas no seleccionadas (columnas seleccionando: especie, Id\_Numero\_Cul y Id\_Especie\_Men) que se usa cuando no se conozcan todas las columnas de la tabla, obteniendo 5 nuevas columnas: Id\_Especie\_Men, Id\_Numero\_Cul, Especie, Atributo y Valor.

```
= Table.UnpivotOtherColumns("#Tipo cambiado", {"Id_Especie_Men", "Id_Numero_Cul", "Especie"}, "Atributo", "Valor")
```

- **Filtro de datos:** Dentro de la columna Valor se aplicó un filtro para que no presente los valores iguales a 0.

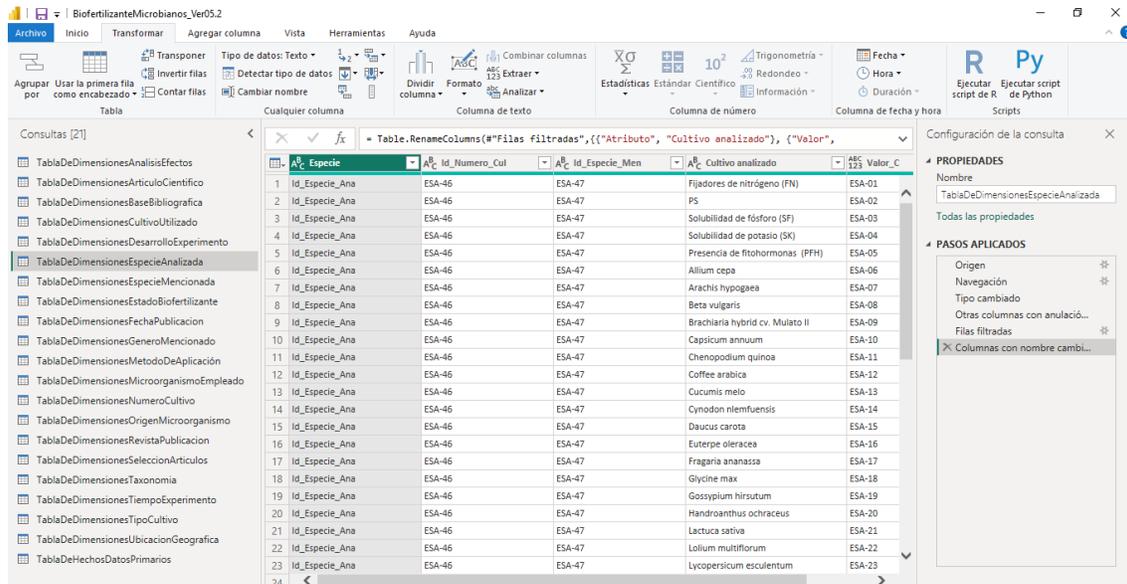
```
= Table.SelectRows("#Otras columnas con anulación de dinamización", each ([Valor] <> 0))
```

- **Cambio de nombre en columna:** Se cambiaron los nombres de las columnas: Atributo y Valor por “Cultivo analizado” y “Valor\_c”.

```
= Table.RenameColumns("#Filas filtradas",{"Atributo", "Cultivo analizado"}, {"Valor", "Valor_C"})
```

**Figura 76**

*Tabla con el nombre de TablaDeDimensionesEspecieAnalizada.*



*Nota:* En la Figura se muestra las transformaciones realizadas mediante power query dentro de la tabla que contiene los datos de las especies analizadas dentro del proyecto. Fuente: Propia

**Tabla con el nombre de “TablaDeDimensionesSeleccionArticulos”.** Se aplicaron varias transformaciones. En la Figura 77, se observa el resultado final obtenido aplicando estas transformaciones en la tabla mencionada. Las transformaciones realizadas fueron las siguientes:

- **Cambio al tipo de dato:** Todas las columnas excepto “Id\_Seleccion\_Art” se cambió el tipo de dato a “Texto”.

```
= Table.TransformColumnTypes("#Tipo cambiado",{"Microbiano", type text}, {"Especie", type text}, {"Aplicación en cultivo", type text}, {"Evaluación de efectos en la planta", type text}, {"Evaluación de efectos en el suelo", type text})
```

- **Reemplazo de datos:** Todas las columnas excepto “Id\_Seleccion\_Art” se reemplazó los valores de “1” con la palabra “Si” y los valores de 0 con la palabra “No”.

```

=Table.ReplaceValue("#"Tipo
cambiado1", "1", "Si", Replacer.ReplaceText, {"Microbiano", "Especie",
"Aplicación en cultivo", "Evaluación de efectos en la planta",
"Evaluación de efectos en el suelo"})
=Table.ReplaceValue("#"Valor
reemplazado", "0", "No", Replacer.ReplaceText, {"Microbiano", "Especie",
"Aplicación en cultivo", "Evaluación de efectos en la planta",
"Evaluación de efectos en el suelo"})

```

**Figura 77**

*Tabla con el nombre de TablaDeDimensionesSeleccionArticulos.*

Id_Seleccion_Art	Microbiano	Especie	Aplicación en cultivo	Evaluación de efectos en la planta	Evaluación de efectos en el suelo
1 SEA-01	Si	Si	Si	Si	No
2 SEA-02	Si	Si	Si	Si	No
3 SEA-03	Si	Si	No	No	No
4 SEA-04	Si	Si	No	No	No
5 SEA-05	Si	Si	Si	Si	No
6 SEA-06	Si	Si	Si	Si	No
7 SEA-07	Si	No	Si	Si	No
8 SEA-08	No	No	Si	No	Si
9 SEA-09	Si	No	Si	No	No
10 SEA-10	Si	No	Si	Si	No
11 SEA-11	Si	Si	No	No	No
12 SEA-12	Si	Si	No	No	No
13 SEA-13	Si	No	No	No	No
14 SEA-14	Si	Si	No	No	No
15 SEA-15	Si	Si	No	No	No
16 SEA-16	Si	Si	Si	Si	No
17 SEA-17	Si	Si	No	No	No
18 SEA-18	No	No	No	No	No
19 SEA-19	Si	Si	Si	No	No
20 SEA-20	Si	Si	No	No	No
21 SEA-21	Si	Si	No	No	No
22 SEA-22	Si	Si	Si	No	No
23 SEA-23	Si	Si	No	No	No
24					

*Nota:* En la Figura se muestra las transformaciones realizadas mediante power query dentro de la tabla que contiene los datos de la selección de artículos dentro del proyecto. Fuente: Propia

### 2.6.3. Carga (Power Pivot)

Power Pivot es una herramienta avanzada de modelado de datos, permitiendo crear modelos de datos complejos. Los usuarios pueden importar grandes volúmenes de datos de diversas fuentes, establecer relaciones entre conjuntos de datos diferentes y diseñar modelos de datos sofisticados que se utilizan en tablas y gráficos dinámicos. Power Pivot facilita el análisis de grandes cantidades de datos y la generación de informes detallados (Power Pivot, n.d.)

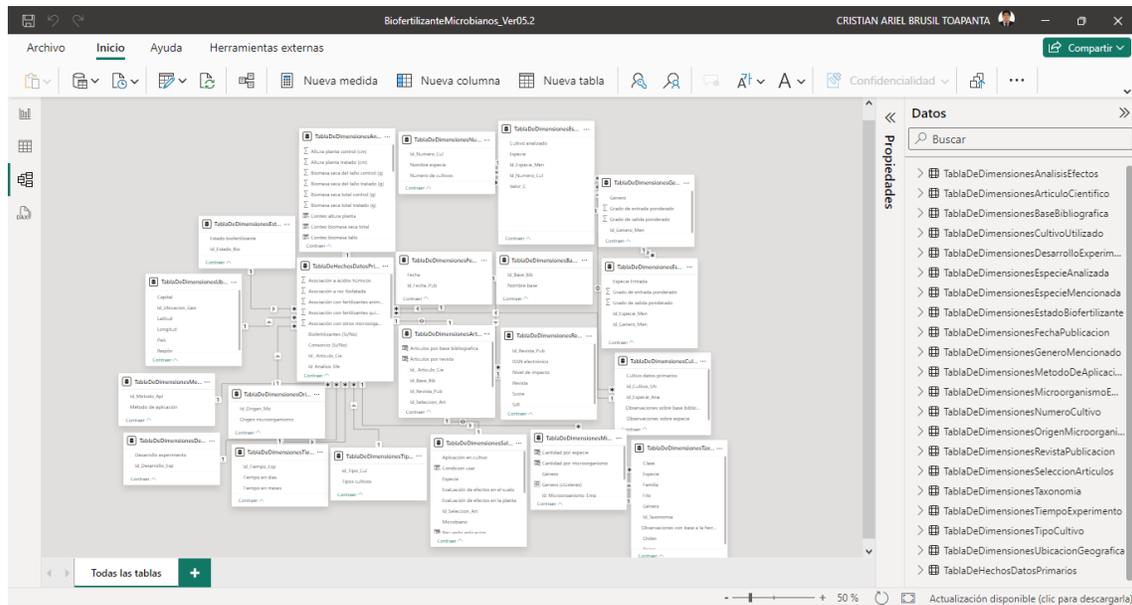
Power Pivot trabaja en conjunto con Power Query para importar y transformar datos antes de modelarlos. Además de capacidades avanzadas para manejar datos de manera eficiente, incluyendo la creación de medidas y columnas calculadas mediante el lenguaje DAX (Data Analysis Expressions). Esto permite realizar análisis de datos profundos y precisos (Power Pivot, n.d.).

El esquema de copo de nieve es un método de modelado de datos para almacenes de datos (DW). Este esquema consta de dos tipos de tablas: tablas de hechos y tablas de dimensiones. A diferencia del esquema en estrella, el modelo de copo de nieve presenta una estructura normalizada, evitando la redundancia y la repetición de datos. En cada dimensión, se desglosan más detalles de la información, lo que permite un análisis más preciso y detallado (Ramadhani et al., 2021).

En la Figura 78 se observa el modelado de las tablas dentro del proyecto presente, que concuerda con el modelo de copo de nieve, donde se presenta 1 tabla de hechos y 20 tablas de dimensiones.

**Figura 78**

*Modelo copo de nieve.*



*Nota:* En la Figura se muestra el modelo copo de nieve del proyecto presente. Fuente: Propia

### 2.6.4. Cálculos y medidas

Una vez que los datos están dentro el modelo de datos establecido, se pueden generar nuevos valores utilizando Power Pivot. Con esta herramienta, es posible crear nuevas columnas en cualquier tabla y emplear fórmulas para realizar una amplia gama de funciones, estas columnas se conocen como campos calculados y se basan en expresiones de análisis de datos (formulas DAX). Este tipo de fórmulas son muy similares a las fórmulas de Excel que permiten generar información adicional a partir de los datos existentes dentro del modelo (María Pérez Marqués, 2015)

A continuación, se describen los diferentes campos calculados con su respectiva fórmula de DAX utilizadas para la generación de nueva información.

- **Porcentaje de Incremento:** Este nuevo campo calculado está presente en la tabla “TablaDeDimensionesAnalisisEfectos” y permite conocer el incremento (%) entre los

datos presentes de cultivo control y cultivo tratado. Se crearon 8 columnas nuevas que presentan el incremento de: rendimiento cultivo, longitud de raíz, altura planta, biomasa seca total, biomasa seca tallo, nitrógeno foliar, fosforo foliar y potasio foliar. A continuación, en la Figura 79 se presenta la fórmula de DAX utilizada.

- **Conteo de datos:** Este nuevo campo calculado también se encuentra en la tabla “TablaDeDimensionesAnálisisEfectos” y permite conocer la distribución de datos Determinados y No Determinados según los valores de la columna seleccionada (valores iguales a cero “No determinado” y valores diferentes de cero “Determinado”). Se crearon 8 columnas nuevas que presentan la distribución de: rendimiento cultivo, longitud de raíz, altura planta, biomasa seca total, biomasa seca tallo, nitrógeno foliar, fosforo foliar y potasio foliar. A continuación, en la Figura 80 se presenta la fórmula de DAX utilizada.
- **Artículos por base bibliográfica:** Este nuevo campo calculado está presente en de la tabla “TablaDeDimensionesArticuloCientifico” y muestra la distribución total de artículos según la base bibliográfica de origen. A continuación, en la Figura 81 se presenta fórmula de DAX utilizada para obtener el nuevo campo.
- **Artículos por revista:** Este nuevo campo calculado, también presente en la tabla “TablaDeDimensionesArticuloCientifico”, presenta la cantidad de artículos publicados por una misma revista. A continuación, en la Figura 82 se presenta fórmula de DAX utilizada para obtener el nuevo campo.
- **Cantidad por especie:** Este nuevo campo calculado está presente en la tabla “TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado”, presenta el dato del número de

menciones dentro de las columnas de cada especie (microorganismo). En la Figura 83 se observa la fórmula DAX utilizada para obtener este nuevo campo.

- **Cantidad de microorganismo:** Este nuevo campo calculado está presente dentro de la tabla de “TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado” presenta el conteo del número de especies(microorganismo) mencionado en el artículo analizado. En la Figura 84 se observa la fórmula de DAX usada para obtener este nuevo campo.
- **Suma de parámetros de selección:** Este nuevo campo calculado está presente en la tabla “TablaDeDimensionesSeleccionArticulos” y muestra la suma total de los 5 parámetros de selección donde Si=1 y No = 0 para cada fila presente. En la Figura 85 se observa la fórmula de DAX utilizada para obtener este nuevo campo.
- **Condición Usar/No Usar Artículo:** Este nuevo campo calculado está presente en la tabla “TablaDeDimensionesSeleccionArticulos”, indica si se debe usar un artículo (si la suma de los parámetros de selección es igual o mayor a 4) o no usarlo (si la suma es menor a 4). En la Figura 86 se observa la fórmula utilizada para obtener este nuevo campo.
- **Recuento de valores:** Este nuevo campo calculado está presente en la tabla “TablaDeDimensionesSeleccionArticulos” y presenta 5 nuevas columnas donde indica el total de valores que son iguales a Si y No dentro de las columnas de selección (microbiano, especie, aplicación en cultivo, evaluación de efecto en la planta y evaluación de efecto en el suelo). En la Figura 87 se observa la fórmula utilizada para obtener este nuevo campo.

## Figura 79

### Formula de Dax para calcular el incremento

```
Porcentaje rendimiento = DIVIDE((TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Rendimiento cultivo tratado (kg/ha)] - TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Rendimiento cultivo control (kg/ha)]), TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Rendimiento cultivo control (kg/ha)]) * 100
```

Nota: En la Figura se muestra la fórmula de DAX donde se utilizan los datos correspondientes para obtener el incremento, para obtener los datos de las columnas restantes solo cambia la columna de donde se obtienen los datos para el cálculo. Fuente: Propia

```
Porcentaje rendimiento =  
DIVIDE((TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Rendimiento cultivo tratado (kg/ha)] - TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Rendimiento cultivo control (kg/ha)]), TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Rendimiento cultivo control (kg/ha)]) * 100  
  
Porcentaje altura = ((DIVIDE(TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Altura planta tratado (cm)] - TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Altura planta control (cm)], TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Altura planta control (cm)])) * 100)  
  
Porcentaje raíz = DIVIDE((TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Longitud raíz tratado (cm)] - TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Longitud raíz control (cm)]), TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Longitud raíz control (cm)]) * 100  
  
Porcentaje biomasa total = DIVIDE((TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Biomasa seca total tratado (g)] - TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Biomasa seca total control (g)]), TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Biomasa seca total control (g)]) * 100
```

```

Porcentaje biomasa tallo = DIVIDE((TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Biomasa
seca del tallo tratado (g) ]-TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Biomasa seca
del tallo control (g) ]),TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Biomasa seca del
tallo control (g) ])*100

```

```

Porcentaje nitrógeno = DIVIDE((TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Nitrógeno
foliar tratado (%)]-TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Nitrógeno foliar
control (%)]),TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Nitrógeno foliar control
(%)])*100

```

```

Porcentaje fósforo = DIVIDE((TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Fósforo
foliar tratado (%)]-TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Fósforo foliar control
(%)]),TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Fósforo foliar control (%)])*100

```

```

Porcentaje potasio = DIVIDE((TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Potasio
foliar tratado (%)]-TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Potasio foliar control
(%)]),TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Potasio foliar control (%)])*100

```

## Figura 80

*Formula de Dax para la distribución de datos Determinados y No Determinados.*

```

Conteo rendimiento =
SWITCH(
    TRUE(),
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Rendimiento cultivo control
(kg/ha)] = 0, "No
determinado",
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Rendimiento cultivo control
(kg/ha)] <> 0,
"Determinado",
    "Otros"
)

```

*Nota:* En la Figura se muestra la fórmula de DAX utilizada para realizar el conteo de datos determinados (diferentes de 0) y datos no determinados (iguales a 0). Fuente: Propia

```

Conteo rendimiento =
SWITCH(
    TRUE(),
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Rendimiento cultivo control
(kg/ha)] = 0, "No determinado",
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Rendimiento cultivo control
(kg/ha)] <> 0, "Determinado",
    "Otros"
)

```

```

Conteo altura planta =
SWITCH(
    TRUE(),
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Altura planta control (cm) ] =
0, "No determinado",
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Altura planta control (cm) ] <>
0, "Determinado",
    "Otros"
)

Conteo raíz =
SWITCH(
    TRUE(),
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Longitud raíz control (cm) ] =
0, "No determinado",
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Longitud raíz control (cm) ]
<> 0, "Determinado",
    "Otros"
)

Conteo biomasa seca total =
SWITCH(
    TRUE(),
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Biomasa seca total control
(g) ] = 0, "No determinado",
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Biomasa seca total control
(g) ] <> 0, "Determinado",
    "Otros"
)

Conteo biomasa tallo =
SWITCH(
    TRUE(),
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Biomasa seca del tallo control
(g) ] = 0, "No determinado",
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Biomasa seca del tallo control
(g) ] <> 0, "Determinado",
    "Otros"
)

```

```

Conteo nitrogeno =
SWITCH(
    TRUE(),
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Nitrógeno foliar control (%) ] =
0, "No determinado",
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Nitrógeno foliar control (%) ]
<> 0, "Determinado",
    "Otros"
)

Conteo fosforo =
SWITCH(
    TRUE(),
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Fósforo foliar control (%) ] =
0, "No determinado",
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Fósforo foliar control (%) ] <>
0, "Determinado",
    "Otros"
)

Conteo potasio =
SWITCH(
    TRUE(),
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Potasio foliar control (%) ] =
0, "No determinado",
    TablaDeDimensionesAnálisisEfectos[Potasio foliar control (%) ] <>
0, "Determinado",
    "Otros"
)

```

## Figura 81

*Formula de Dax para la distribución o cantidad de artículos por base bibliográfica.*

```

Articulos por base bibliografica =
COUNTROWS(FILTER(TablaDeDimensionesArticuloCientifico,TablaDeDimensionesArticuloCientifico[Id_
Base_Bib ] = EARLIER(TablaDeDimensionesArticuloCientifico[Id_Base_Bib ])))

```

*Nota:* En la Figura se muestra la fórmula de DAX utilizada para conocer la cantidad de artículos por su base bibliográfica de origen. Fuente: Propia

```

Articulos por base bibliografica =
COUNTROWS (FILTER (TablaDeDimensionesArticuloCientifico, TablaDeDimensio
nesArticuloCientifico [Id_Base_Bib ] =
EARLIER (TablaDeDimensionesArticuloCientifico [Id Base Bib ])))

```

## Figura 82

*Formula de Dax para conocer la cantidad de artículos por revista.*

```
Articulos por revista =  
COUNTROWS(FILTER(TablaDeDimensionesArticuloCientifico,TablaDeDimensionesArticuloCientifico[Id_Revista_Pub] = EARLIER(TablaDeDimensionesArticuloCientifico[Id_Revista_Pub])))
```

*Nota:* En la Figura se muestra la fórmula de DAX utilizada para conocer la cantidad de artículos publicados por una misma revista. Fuente: Propia

```
Articulos por revista =  
COUNTROWS (FILTER (TablaDeDimensionesArticuloCientifico,TablaDeDimensionesArticuloCientifico[Id_Revista_Pub] =  
EARLIER (TablaDeDimensionesArticuloCientifico[Id_Revista_Pub])))
```

## Figura 83

*Formula de Dax para calcular la cantidad por especie.*

```
Cantidad por especie = COUNTROWS(FILTER(TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado,  
TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado[Microorganismo]=  
EARLIER(TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado[Microorganismo])))
```

*Nota:* En la Figura se muestra la fórmula de DAX para obtener los datos dentro del nuevo campo calculado. Fuente: Propia

```
Cantidad por especie =  
COUNTROWS (FILTER (TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado,  
TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado[Microorganismo]=  
EARLIER (TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado[Microorganismo])))
```

## Figura 84

*Formula de Dax para calcular la cantidad de especies(microorganismo) dentro de un mismo artículo.*

```
Cantidad por microorganismo = COUNTROWS(FILTER(TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado,
TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado[Id_Microorganismo_Emp]=
EARLIER(TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado[Id_Microorganismo_Emp])))
```

*Nota:* En la Figura se muestra la fórmula de DAX para obtener los datos dentro del nuevo campo calculado. Fuente: Propia

```
Cantidad por microorganismo =
COUNTROWS (FILTER (TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado,
TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado[Id_Microorganismo_Emp]=
EARLIER (TablaDeDimensionesMicroorganismoEmpleado[Id_Microorganismo_Emp])))
```

## Figura 85

*Formula de Dax para calcular la suma total de parámetros*

```
Suma de parámetros =
IF('TablaDeDimensionesSeleccionArticulos'[Microbiano] = "Si", 1, 0) +
IF('TablaDeDimensionesSeleccionArticulos'[Especie] = "Si", 1, 0) +
IF('TablaDeDimensionesSeleccionArticulos'[Aplicación en cultivo] = "Si", 1, 0) +
IF('TablaDeDimensionesSeleccionArticulos'[Evaluación de efectos en el suelo] = "Si", 1, 0) +
IF('TablaDeDimensionesSeleccionArticulos'[Evaluación de efectos en la planta] = "Si", 1, 0)
```

*Nota:* En la Figura se muestra la fórmula de DAX para calcular la suma de los parámetros de cada fila correspondiente donde Si es igual a 1 y No es igual a cero. Fuente: Propia

```

Suma de parametros =
    IF('TablaDeDimensionesSeleccionArticulos'[Microbiano] = "Si", 1, 0)
+
    IF('TablaDeDimensionesSeleccionArticulos'[Especie] = "Si", 1, 0)
+
    IF('TablaDeDimensionesSeleccionArticulos'[Aplicación en cultivo]
= "Si", 1, 0) + IF('TablaDeDimensionesSeleccionArticulos'[Evaluación
de efectos en el suelo] = "Si", 1, 0) +
    IF('TablaDeDimensionesSeleccionArticulos'[Evaluación de efectos
en la planta] = "Si", 1, 0)

```

## Figura 86

*Formula de Dax para comprobar el cumplimiento de la condición.*

```

Condicion| usar = IF(TablaDeDimensionesSeleccionArticulos[Suma de parametros] >= 4, "Usar
Artículo", "No Usar Artículo")

```

*Nota:* En la Figura se muestra la fórmula de comprobar si cada una de las filas cumple con la condición establecida para el uso de los artículos. Fuente: Propia

```

Condicion usar = IF(TablaDeDimensionesSeleccionArticulos[Suma de
parametros] >= 4, "Usar Artículo", "No Usar Artículo")

```

## Figura 87

*Formula de Dax para calcular el recuento de valores iguales a Si y No*

```

Recuento microbiano = COUNTROWS(FILTER(TablaDeDimensionesSeleccionArticulos,
TablaDeDimensionesSeleccionArticulos[Microbiano] =
EARLIER(TablaDeDimensionesSeleccionArticulos[Microbiano])))

```

*Nota:* En la Figura se muestra la fórmula de DAX para conocer el número de valores iguales a Si y No de cada una de las columnas de los parámetros de selección. Fuente: Propia

```

Recuento microbiano =
COUNTROWS (FILTER (TablaDeDimensionesSeleccionArticulos,
TablaDeDimensionesSeleccionArticulos [Microbiano] =
EARLIER (TablaDeDimensionesSeleccionArticulos [Microbiano])))

Recuento especie =
COUNTROWS (FILTER (TablaDeDimensionesSeleccionArticulos,
TablaDeDimensionesSeleccionArticulos [Especie] =
EARLIER (TablaDeDimensionesSeleccionArticulos [Especie])))

Recuento aplicacion =
COUNTROWS (FILTER (TablaDeDimensionesSeleccionArticulos,
TablaDeDimensionesSeleccionArticulos [Aplicación en cultivo] =
EARLIER (TablaDeDimensionesSeleccionArticulos [Aplicación en
cultivo])))

```

```

Recuento evaluación suelo =
COUNTROWS (FILTER (TablaDeDimensionesSeleccionArticulos,
TablaDeDimensionesSeleccionArticulos [Evaluación de efectos en el
suelo] = EARLIER (TablaDeDimensionesSeleccionArticulos [Evaluación de
efectos en el suelo])))

Recuento evaluación planta =
COUNTROWS (FILTER (TablaDeDimensionesSeleccionArticulos,
TablaDeDimensionesSeleccionArticulos [Evaluación de efectos en la
planta] = EARLIER (TablaDeDimensionesSeleccionArticulos [Evaluación de
efectos en la planta])))

```

Cada una de las fórmulas de DAX aplicadas nos permitirá realizar los análisis requeridos según las necesidades identificadas para el desarrollo del proyecto, utilizando diferentes objetos visuales.

### **2.6.5. Power View (Objetos Visuales)**

Power View una herramienta que permite crear nuevos tipos de reportes y visualizaciones interactivas dando paso a la exploración y presentación de datos, esto a través de diversas visualizaciones como tablas, gráficos y una diversidad de objetos visuales, para cada visualización se requiere conocer la tabla de donde se seleccionará o arrastrará el campo de

necesario para iniciar el proceso de diseño de visualización. Esta herramienta permite la creación de informes intuitivos y personalizados que ayudan a comprender y comunicar la información de una manera rápida y comprensible para el usuario (María Pérez Marqués, 2015)

Un punto que tomar en cuenta dentro de power view un informe es una sola hoja (lienzo) que puede contener varias visualizaciones dentro de la misma. A continuación, se describen las características de los diversos informes realizados en el actual proyecto.

- **Lienzo de trabajo:** El lienzo donde se colocarán las diferentes visualizaciones presenta las siguientes características: altura de 820 px, ancho de 1750 px y un color de fondo de gris muy claro (#ECECE9). Todos los lienzos utilizados dentro del presente proyecto poseen las mismas características.
- **Tipo de fuente y tamaño de letra:** La fuente utilizada para valores, títulos, subtítulos, etiquetas, entre otros es “Calibri”. El tamaño de la letra varia entre 10 y 15, dependiendo de las necesidades requeridas.
- **Objetos visuales:** Para el diseño de los diferentes dashboard se utilizaron varios objetos visuales, como tablas, tarjetas, gráficos circulares y de barras, segmentación de datos (filtros), mapas, KPI, Sankey Chart, Tassels Parallel Sets Slicer y Network Navigator, entre otros objetos necesarios para diseñar los dashboard.
- **Colores:** Se empleo la herramienta “UI Colors” para identificar combinaciones optimas de colores a emplear en el diseño de los dashboard. Esta selección presenta una experiencia de usuario más agradable a la vista, facilitando la interpretación de la información presentada en los dashboard. En la Figura 88 se presenta la lista de colores que se utilizaron.

## Figura 88

*Lista de Colores para utilizar dentro del diseño de Dashboard.*



*Nota:* En la Figura se muestra la lista de colores con sus respectivos códigos hexadecimales, utilizados dentro del diseño de los dashboards. Fuente: Propia

### 2.6.6. Leyes de Gestalt en el Diseño de Interfaces de Usuario

**Diseño de Interfaces de Usuario.** El diseño de interfaces se ha convertido en un medio crucial para la transmisión de información y la interacción con los usuarios, satisfaciendo sus necesidades visuales y psicológicas. A diferencia del pasado, el diseño de interfaces ahora también se enfoca en la experiencia de interacción humano-máquina, un factor clave para el éxito del producto. La psicología Gestalt, que estudia cómo las personas perciben y procesan información, se puede aplicar al diseño de interfaces para satisfacer las necesidades psicológicas de los usuarios y reducir su carga cognitiva (Li & Fu, 2022)

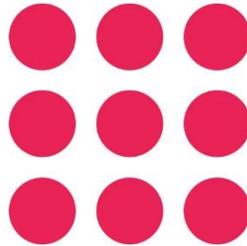
**Leyes de Gestalt.** La psicología Gestalt, surgida en Alemania en el siglo XX, desempeña un papel crucial en la percepción visual humana y el diseño de interfaces. Su idea central es que la percepción no solo depende de forma, colores y tamaños, sino también de la experiencia pasada y el contexto. Esta teoría es fundamental para crear diseños de interfaz coherentes y eficaces, mejorando la experiencia del usuario. A pesar de los avances tecnológicos, la estructura y la organización de la información en el diseño siguen basándose en las leyes de Gestalt. Estas leyes facilitan la comprensión de la percepción visual y orientan el diseño de interfaces, combinando métodos científicos y habilidades prácticas para optimizar productos y servicios (Li & Fu, 2022)

Cada una de estas leyes proporciona una guía sobre cómo los elementos visuales deben organizarse para lograr una percepción clara y efectiva, optimizando así la experiencia del usuario. A continuación, se presenta una explicación detallada de las leyes aplicadas dentro del diseño de los diferentes dashboards, acompañada de ejemplos visuales para ilustrar su aplicación práctica.

**El Principio de Similitud:** Los elementos similares se consideran un arreglo coherente y equilibrado. La semejanza se puede encontrar en términos de forma, color, textura o tamaño.

## Figura 89

Principio de Similitud

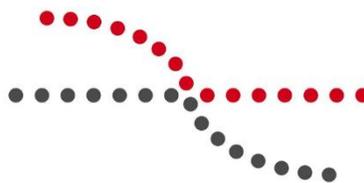


*Nota:* Figura que representa el principio de similitud. Fuente: (Anasaci, 2020.)

**El Principio de Continuidad:** Guía al ojo a seguir la trayectoria visual más lógica y sencilla, que está influenciada por la complicación provocada por una línea o curva. El principio se emplea para dirigir la atención visual a un aspecto particular.

## Figura 90

*Principio de Continuidad*



*Nota:* Figura que representa el principio de continuidad. Fuente: (Anasaci, 2020.)

**El Principio de Cierre:** La tendencia del cerebro a completar datos incompletos para poder percibir una forma estable y cerrada, que a su vez busca la estabilidad visual.

## Figura 91

### *Principio de Cierre*



*Nota:* Figura que representa el principio de cierre. Fuente: (Anasaci, 2020.)

**El Principio de Proximidad:** Es agrupar formas como una unidad cohesiva, reconociendo su individualidad y similitudes.

## Figura 92

### *Principio de Proximidad*



*Nota:* Figura que representa el principio de proximidad. Fuente: (Anasaci, 2020.)

**El Principio de Figura y Fondo:** El ojo humano percibe los objetos como elementos independientes del fondo y del primer plano, lo que les permite diferenciarse del fondo circundante.

### Figura 93

#### *Principio de Figura y Fondo*

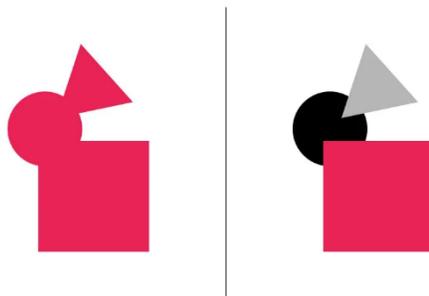


*Nota:* Figura que representa el principio de Figura-fondo. Fuente: (Anasaci, 2020.)

**El Principio de Simetría:** Es que los objetos que son simétricos y los que están ordenados se consideran uno, facilitando la interpretación y concentración de los objetos.

### Figura 94

#### *Principio de Simetría*



*Nota:* Figura que representa el principio de simetría. Fuente: (Anasaci, 2020.)

**El Principio de Dirección Común:** Implica que los objetos que se mueven en la misma dirección y a la misma velocidad pueden considerarse como un patrón colectivo, una característica común.

## Figura 95

### *Principio de Dirección Común*

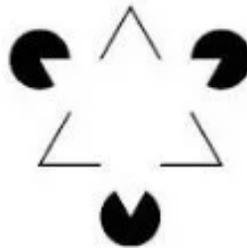


*Nota:* Figura que representa el principio de dirección común. Fuente: (Anasaci, 2020.)

**El Principio de Simplicidad:** La capacidad de nuestra mente para simplificar los detalles, permitiéndonos comprender el diseño, se basa en un concepto simple.

## Figura 96

### *Principio de Simplicidad*

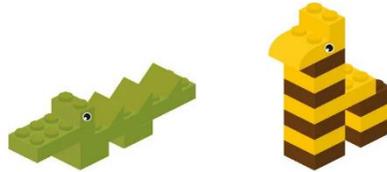


*Nota:* Figura que representa el principio de simplicidad. Fuente: (Anasaci, 2020.)

**El Principio de la Experiencia:** Interpretación visual basándonos en nuestras experiencias y recuerdos pasados, reconociendo formas y Figuras familiares incluso cuando no están representadas de una forma específica.

## Figura 97

### *Principio de Experiencia*



*Nota:* Figura que representa el principio de experiencia. Fuente: (Anasaci, 2020.)

Un punto a considerar es que los principios utilizados en el estudio para el diseño de los informes se basan en las leyes de similitud, proximidad, continuidad y figura-fondo. Estos principios facilitan la organización y presentación de la información de manera que sea fácilmente comprensible y visualmente atractiva para los usuarios

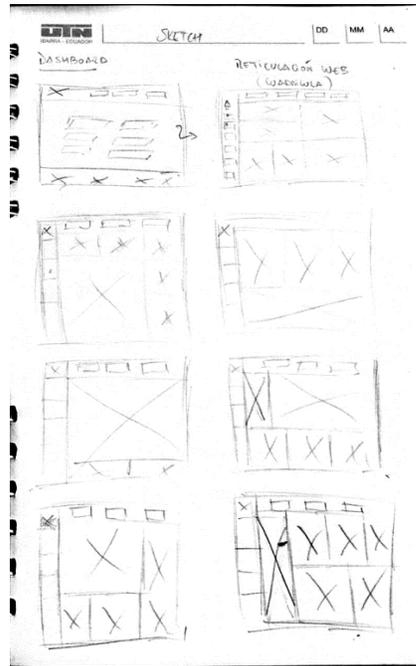
#### **2.6.7. Sketch**

Un sketch es una herramienta esencial en el proceso de diseño. Se trata de un dibujo rápido y sencillo, con pocos detalles, que permite captar una idea o estructura de forma inmediata. Ayuda a definir la disposición de elementos y la interacción del usuario, y puede realizarse en papel o de manera digital.

A continuación, en la Figura 98, se presenta el sketch inicial. Este boceto captura la idea básica y la estructura general, lo que permite visualizar el enfoque y seleccionar el más prometedor.

## Figura 98

*Sketch Inicial.*

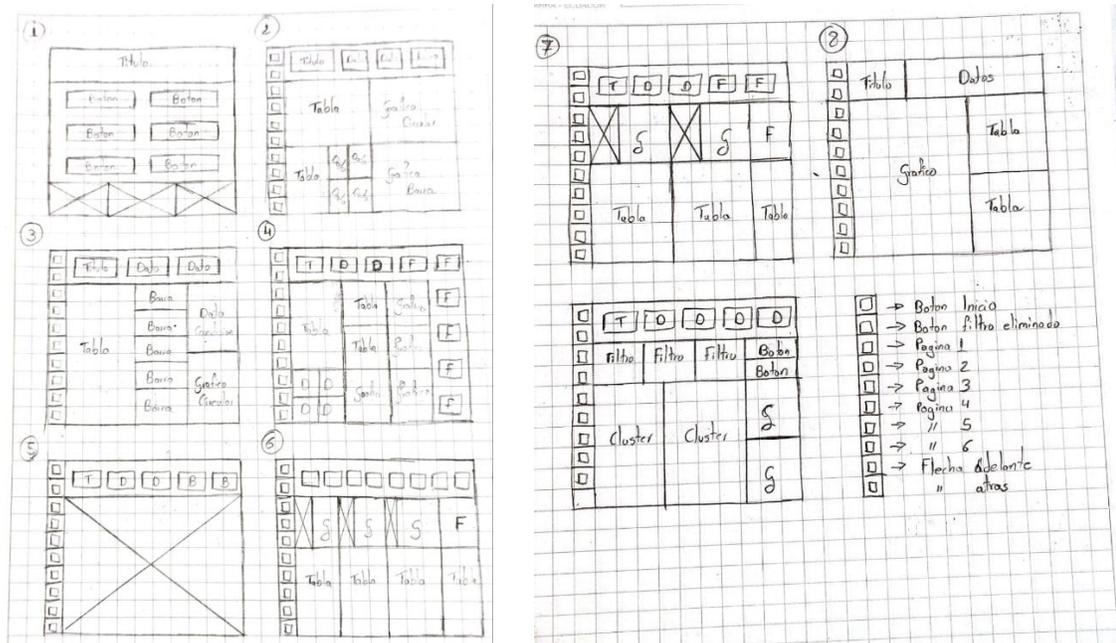


*Nota:* En la Figura se presente el sketch inicial de los diferentes diseños de los dashboard correspondientes. Fuente: Propia

En la Figura 99, se muestra los sketches de baja fidelidad. Este es un boceto un poco más detallado que el inicial, pero mantiene su simplicidad. Se centra en la disposición de los elementos y la navegación del usuario, sin entrar en demasiados detalles.

**Figura 99**

*Sketch de baja fidelidad.*



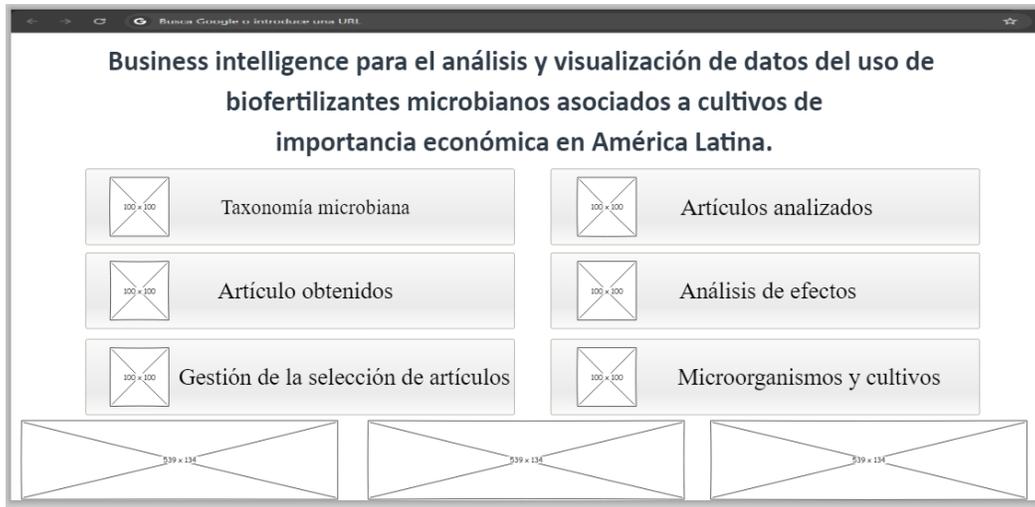
*Nota:* En la Figura se presente el sketch inicial de los diferentes diseños de los dashboard correspondientes. Fuente: Propia

### 2.6.8. Wireframe

Los Wireframe son representaciones visuales de objetos en escala de grises que muestran la estructura y funcionalidad de una pantalla de aplicación. Se utilizan en las primeras etapas de desarrollo para establecer una estructura básica antes de agregar contenido y diseño detallado. A continuación, en las Figuras 100 - 111, se presentan los diseños de Wireframe de diferentes dashboard, realizados utilizando la herramienta Pencil.

**Figura 100**

*Wireframe Dashboard Inicio.*



*Nota:* En la Figura se presente el Wireframe del diseño del dashboard correspondiente. Fuente: Propia

**Figura 101**

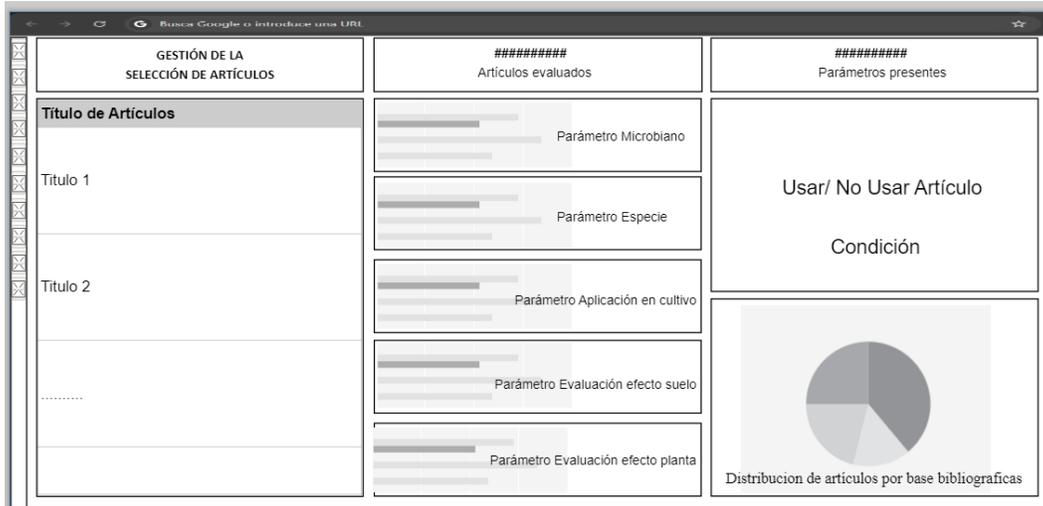
*Wireframe Artículos obtenidos.*



*Nota:* En la Figura se presente el Wireframe del diseño del dashboard correspondiente. Fuente: Propia

**Figura 102**

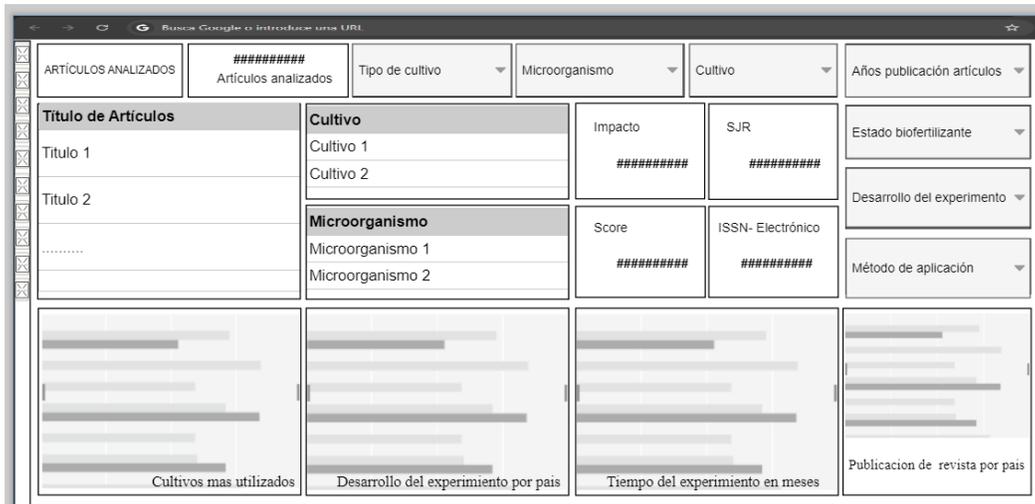
*Wireframe Gestión de la selección de artículos.*



*Nota:* En la Figura se presente el Wireframe del diseño del dashboard correspondiente. Fuente: Propia

**Figura 103**

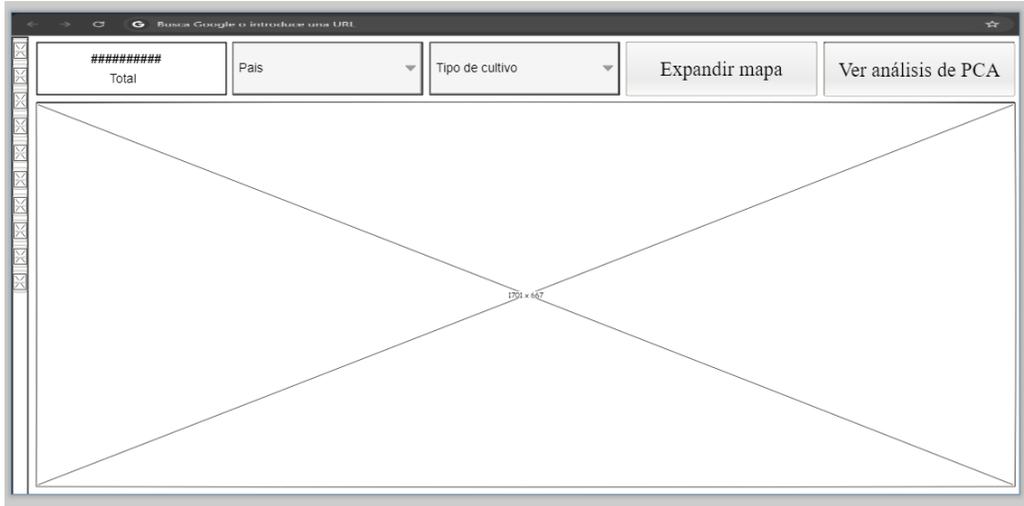
*Wireframe Artículos analizados.*



*Nota:* En la Figura se presente el Wireframe del diseño del dashboard correspondiente. Fuente: Propia

**Figura 104**

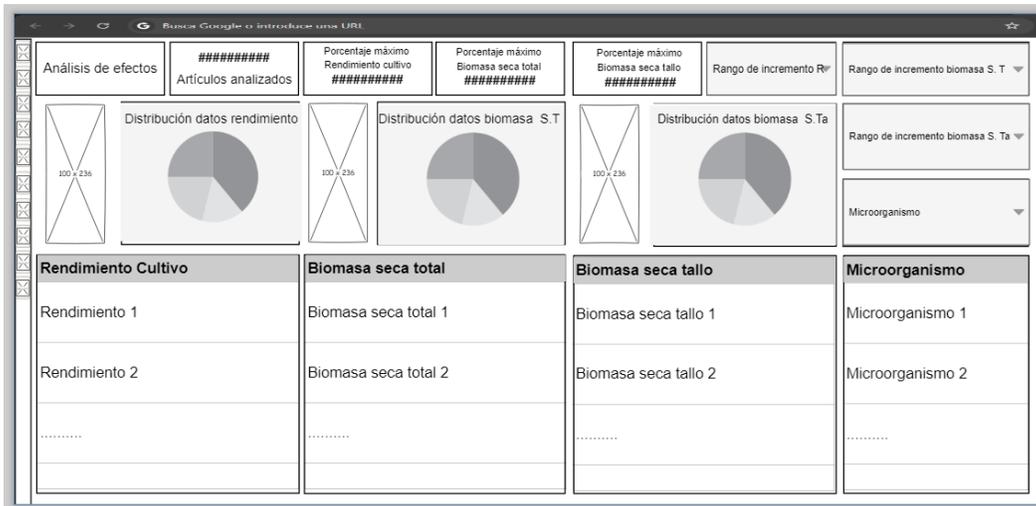
*Wireframe Artículos analizados 2.*



*Nota:* En la Figura se presente el Wireframe del diseño del dashboard correspondiente. Fuente: Propia

**Figura 105**

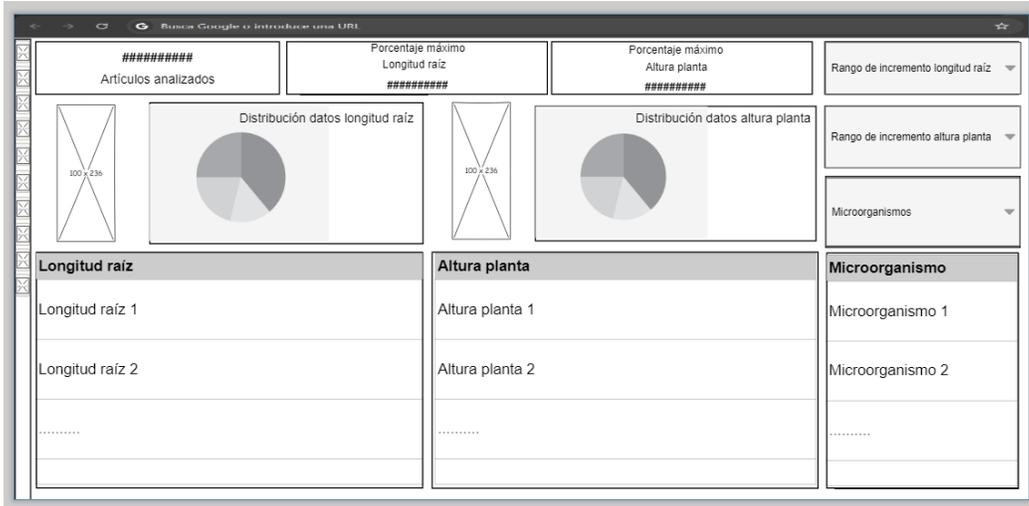
*Wireframe Análisis de efectos.*



*Nota:* En la Figura se presente el Wireframe del diseño del dashboard correspondiente. Fuente: Propia

**Figura 106**

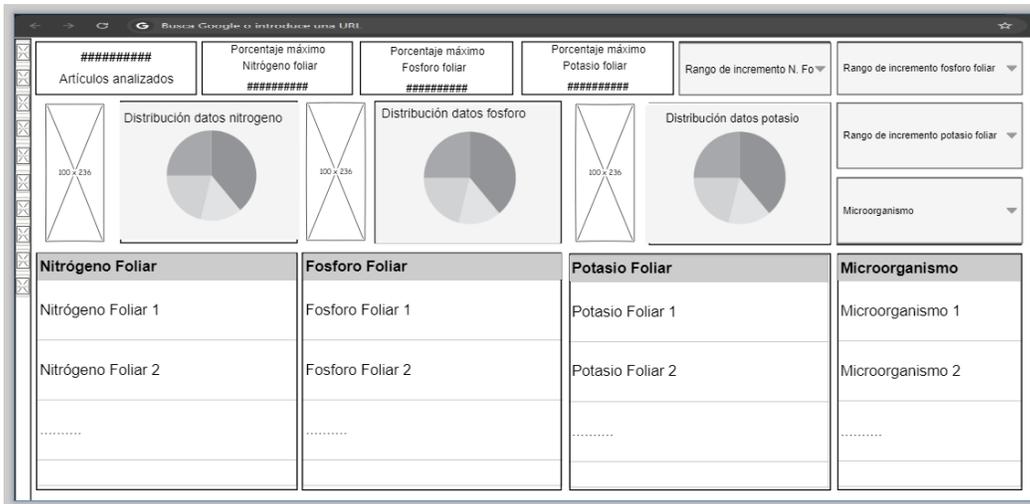
*Wireframe Análisis de efectos 2*



*Nota:* En la Figura se presente el Wireframe del diseño del dashboard correspondiente. Fuente: Propia

**Figura 107**

*Wireframe Análisis de efectos 3*



*Nota:* En la Figura se presente el Wireframe del diseño del dashboard correspondiente. Fuente: Propia

**Figura 108**

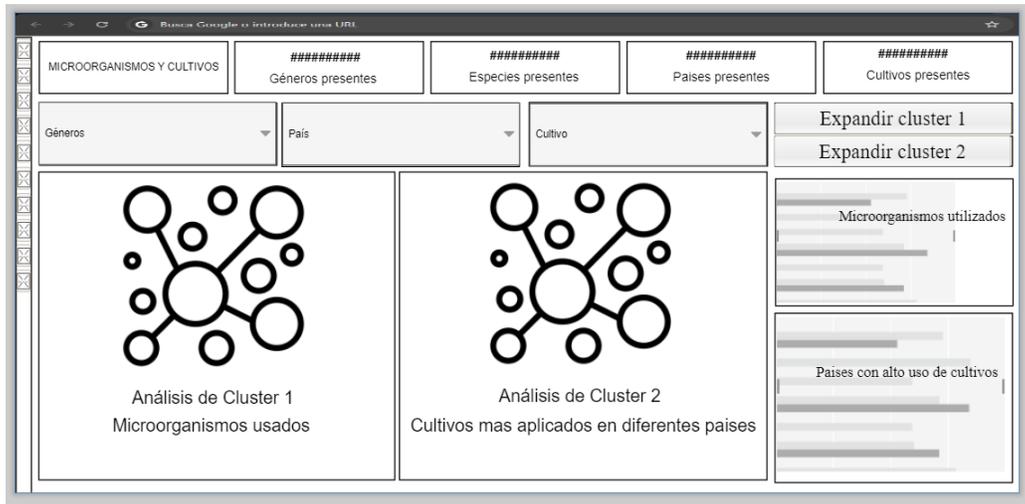
*Wireframe Taxonomía microbiana.*



*Nota:* En la Figura se presente el Wireframe del diseño del dashboard correspondiente. Fuente: Propia

**Figura 109**

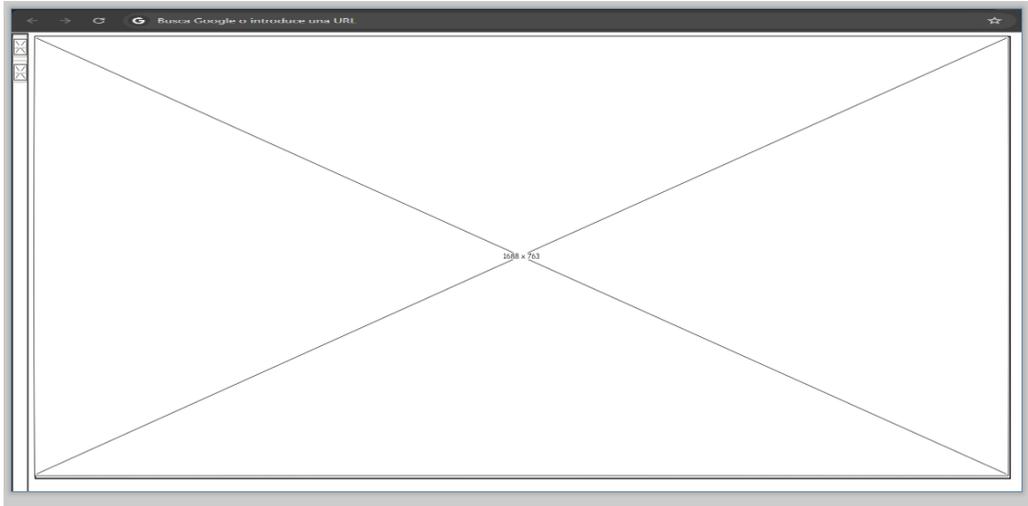
*Wireframe Microorganismos y cultivos.*



*Nota:* En la Figura se presente el Wireframe del diseño del dashboard correspondiente. Fuente: Propia

## Figura 110

*Wireframe de Expandir objetos visuales.*

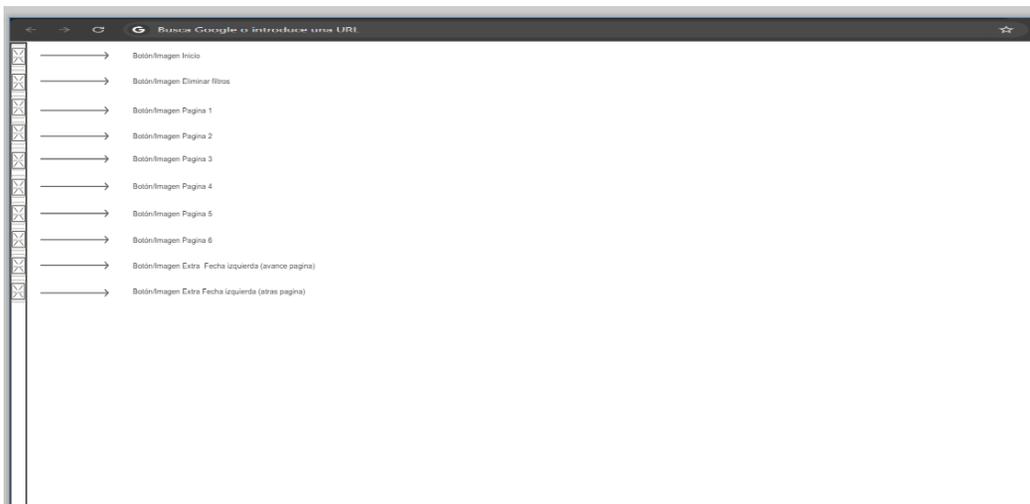


*Nota:* En la Figura se presente el Wireframe del diseño del dashboard correspondiente. Fuente:

Propia

## Figura 111

*Wireframe Botones de interacción de usuario.*



*Nota:* En la Figura se presente el Wireframe del diseño del dashboard correspondiente. Fuente:

Propia

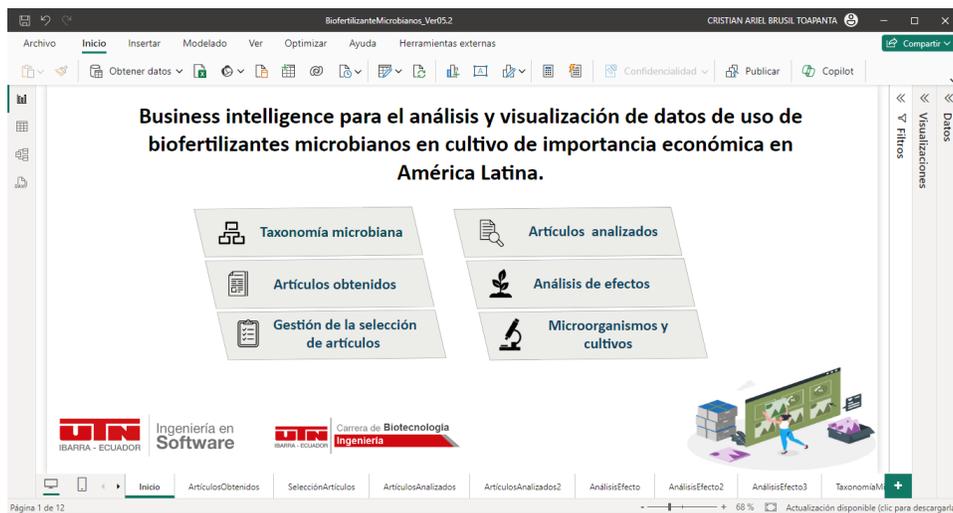
## 2.7. Diseño de Dashboard (Versión Alpha)

En este apartado se presenta la descripción detallada de cada uno de los dashboard realizados, presentando la información proporcionada por cada una de las mismo. Cada dashboard ha sido diseñado para ofrecer una visualización clara y efectiva de los datos, permitiendo a los usuarios tomar decisiones informadas basadas en la información presentada. A continuación, se presenta los dashboard.

**Dashboard de Inicio.** Este dashboard presenta el título del tema de tesis y los logos de las carreras participantes. Sin embargo, su principal función es permitir la navegación entre los diferentes dashboard, como se muestra en la Figura 112.

**Figura 112**

*Dashboard de Inicio.*



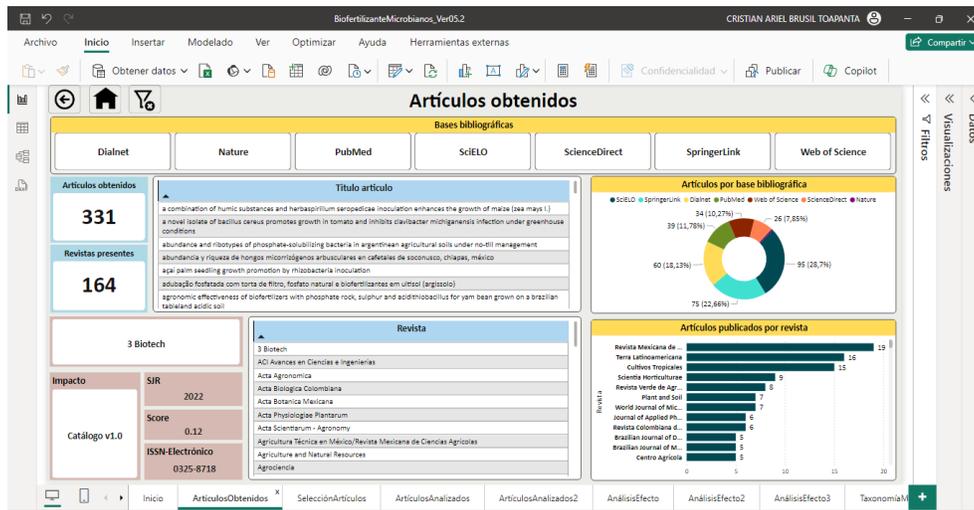
*Nota:* En la Figura se muestra el dashboard de inicio con la navegación requerida. Fuente: Propia

**Dashboard de Artículos Obtenidos.** Este dashboard muestra la información relevante de los artículos científicos mediante diversas visualizaciones. Incluye el total de artículos científicos, nombres de revistas y sus métricas de calidad, bases bibliográficas de origen y su

distribución por base y revista. Además, permite filtrar la información disponible por base bibliográfica. En la Figura 113 se observa el dashboard correspondiente.

**Figura 113**

*Dashboard de artículos obtenidos.*



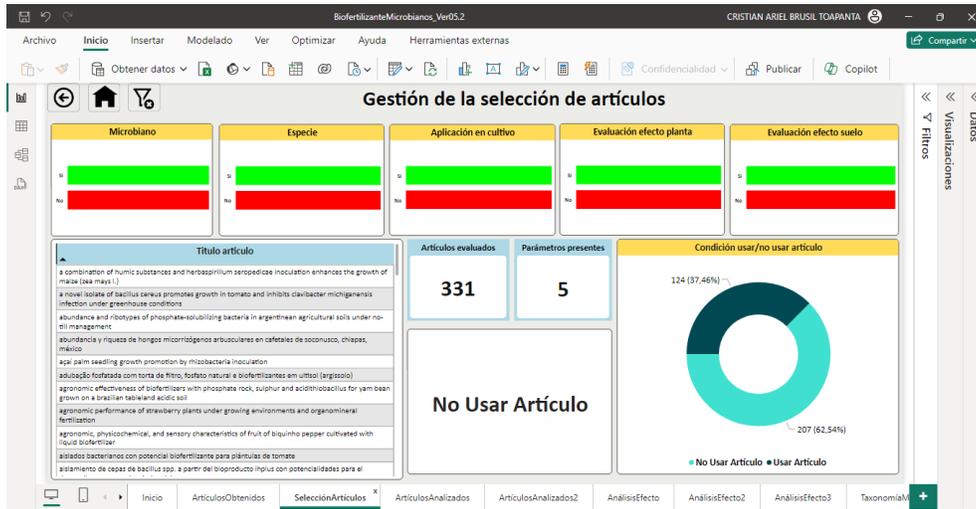
*Nota:* En la Figura se muestra el dashboard con la información de los artículos obtenidos.

Fuente: Propia

**Dashboard de Gestión de la Selección de Artículos:** Este dashboard presenta el total de artículos evaluados, los nombres de los artículos científicos y los 5 parámetros de selección. Si un artículo cumple con cuatro o más parámetros, es considerado apto para un análisis más profundo; de lo contrario, no cumple con los criterios necesarios. También muestra la distribución de los artículos que cumplen y no cumplen con la condición. En la Figura 114 se observa el dashboard correspondiente.

**Figura 114**

*Dashboard de gestión de la selección de artículos.*

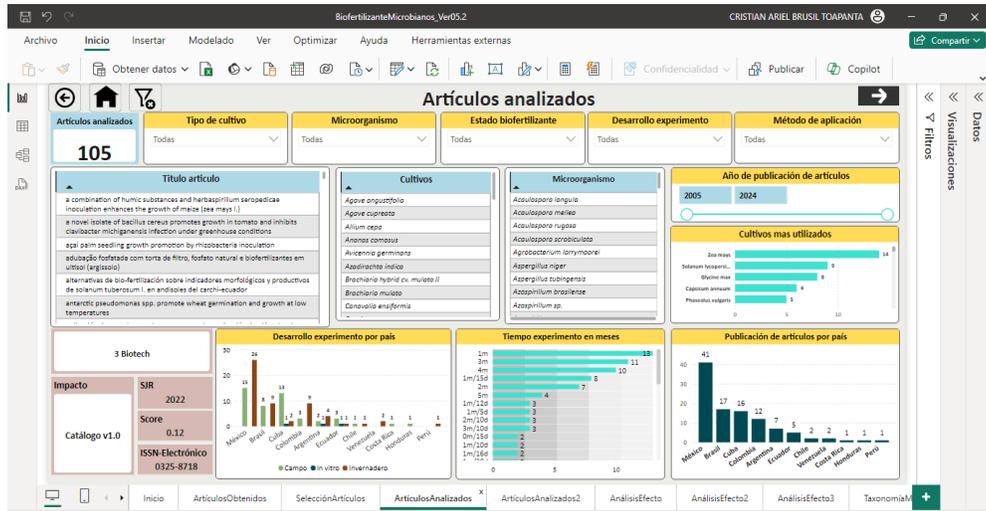


*Nota:* En la Figura se muestra la información del dashboard de gestión de la selección de artículos. Fuente: Propia

**Dashboard de Artículos Analizados:** Este dashboard está dividido en dos páginas. La primera página presenta el total de artículos analizados, información de títulos de artículos, nombres de cultivos y microorganismos, información sobre cultivos más utilizados, número de publicaciones por país, tiempos del experimento, desarrollo del experimento y nombres de revistas con sus métricas de calidad. También incluye 5 diferentes tipos de filtros (tipo de cultivo, microorganismo, estado del biofertilizante y método de aplicación) que permiten filtrar la información según las necesidades. La segunda página presenta dos filtros (país y tipo de cultivo), un mapa que muestra la distribución de los tipos de cultivos, con un botón para expandir el mapa y otro para visualizar el análisis de componentes principales (PCA). A continuación, en las Figuras 115 y 116, se presentan estos dashboard.

**Figura 115**

*Dashboard de artículos analizados.*

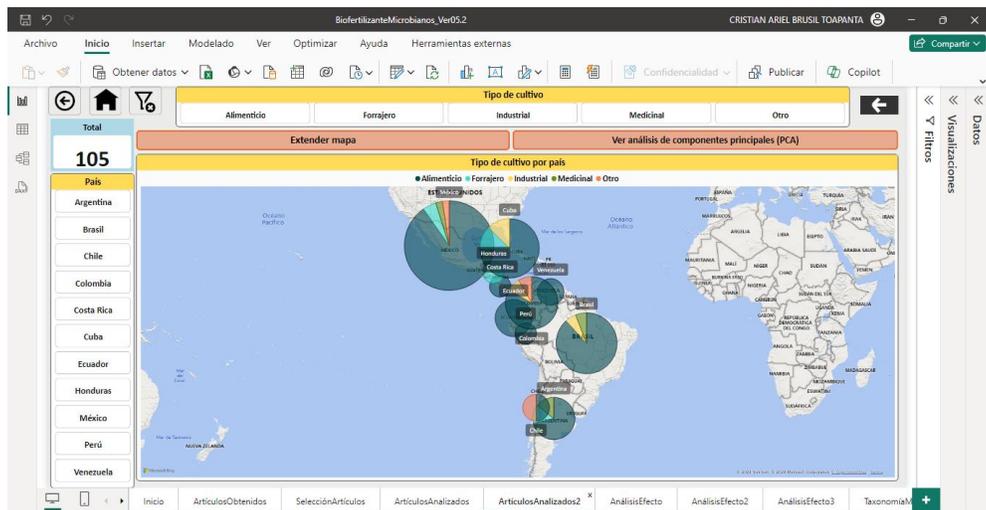


*Nota:* En la Figura se muestra la información del dashboard de artículos analizados página 1.

Fuente: Propia.

**Figura 116**

*Dashboard de artículos analizados 2.*



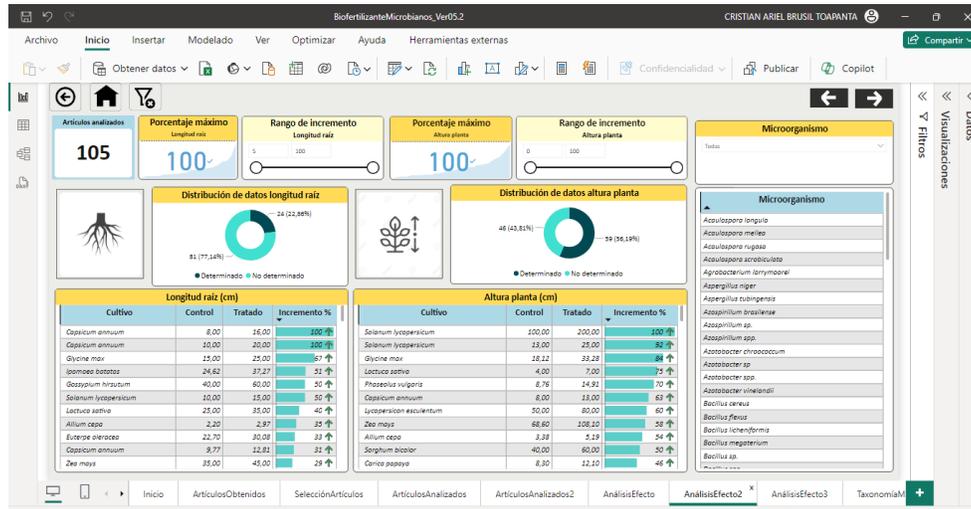
*Nota:* En la Figura se muestra la información del dashboard de artículos analizados página 2.

Fuente: Propia



**Figura 118**

*Dashboard de análisis de efectos 2*

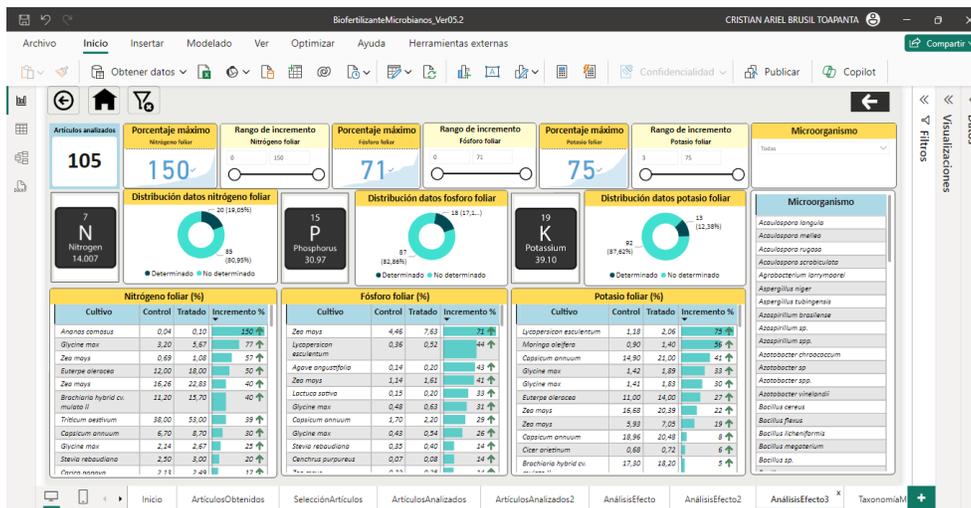


Nota: En la Figura se muestra la información del dashboard de análisis de efectos página 2.

Fuente: Propia

**Figura 119**

*Dashboard de análisis de efectos 3.*



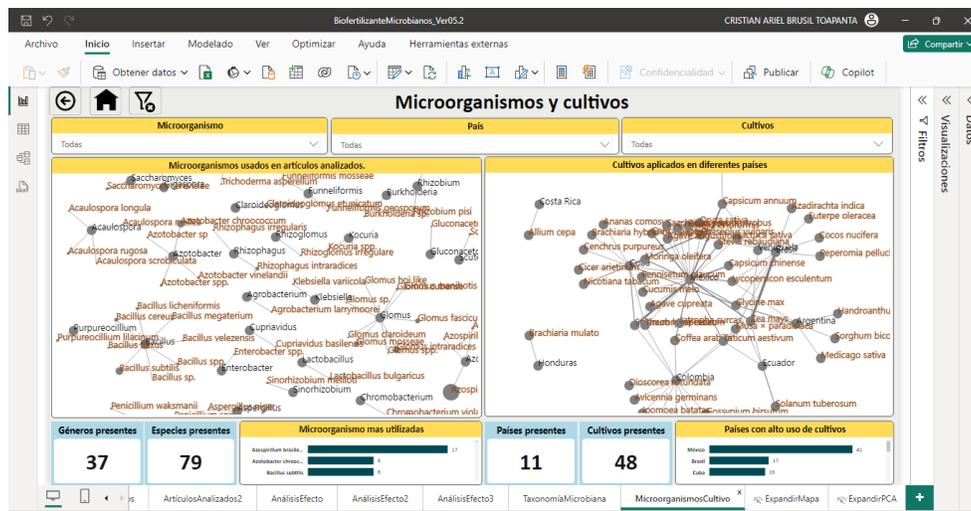
Nota: En la Figura se muestra la información del dashboard de análisis de efectos página 3.

Fuente: Propia

**Dashboard de Microorganismos y Cultivos.** Este dashboard presenta gráficos de clúster que muestran las relaciones entre los diferentes géneros y sus especies, así como las relaciones entre países y cultivos empleados. También proporciona información sobre los géneros y especies, países y cultivos presentes, y los microorganismos más utilizados y los países con mayor ocupación de cultivos. En la Figura 120, se presenta el dashboard correspondiente.

**Figura 120**

*Dashboard de microorganismos y cultivos.*



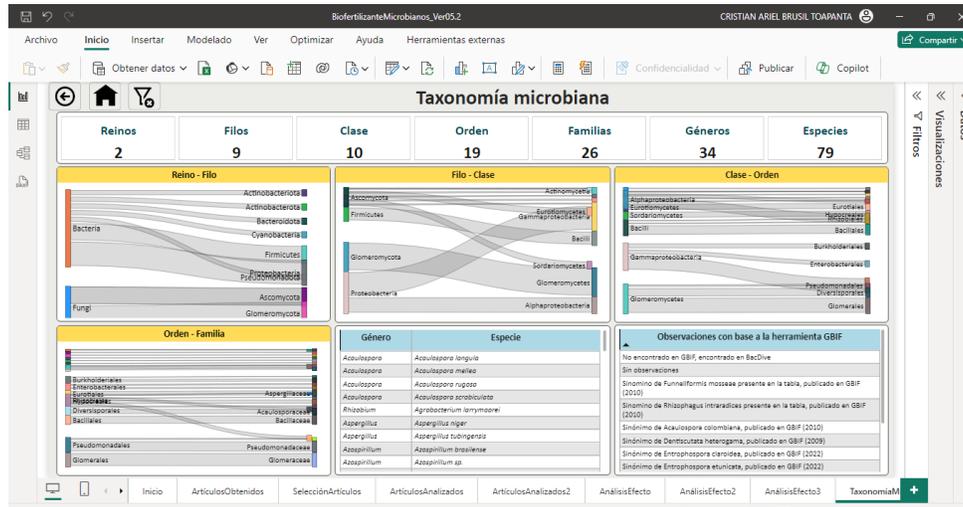
*Nota:* En la Figura se muestra la información del dashboard de microorganismos y cultivos.

Fuente: Propia

**Dashboard de Taxonomía Microbiana.** Este dashboard presenta la información de la taxonomía de los microorganismos presentes. Muestra la cantidad de reinos, filos, clases, órdenes, familias, géneros y especies, y gráficos para entender las relaciones entre cada uno. Además, incluye observaciones encontradas en la verificación de los datos mediante la herramienta GBIF para cada microorganismo. En la Figura 121, se observa el dashboard correspondiente.

**Figura 121**

*Dashboard de la taxonomía microbiana*



*Nota:* En la Figura se muestra la información del dashboard de taxonomía microbiana. Fuente: Propia

**Publicación de la Versión Alpha.** Una vez finalizado el diseño de los dashboard con la herramienta Power BI Desktop y tras revisar su funcionalidad e interfaces de interacción, el siguiente paso es publicar estos dashboard en el servicio de Power BI en la nube. A continuación, se describen los pasos para subir y publicar los diferentes dashboard diseñados y desarrollados:

- **Abrir Power BI Desktop:** Revisar de que todas las modificaciones realizadas en los paneles se guarden correctamente.
- **Iniciar sesión:** Iniciar sesión en su cuenta de Power BI desde Power BI Desktop.
- **Seleccione la opción 'Publicar':** Haga clic en el botón 'Publicar' en la barra de herramientas de Power BI Desktop.
- **Elija el espacio de trabajo:** Seleccione el espacio de trabajo de Power BI en la nube donde desea publicar el panel.

- **Confirmar publicación:** Confirme la publicación del panel. Power BI iniciará el proceso de carga y le informará una vez finalizado.
- **Verificar publicación:** Una vez publicada, acceda al servicio en la nube de Power BI para verificar que el panel se haya cargado correctamente y esté funcionando de manera correcta.

Una vez realizada la publicación y para mejorar la experiencia del usuario, es necesario que accedan al enlace y comenzar a explorar la solución. A continuación, en la Figura 122 se observa el resultado obtenido al realizar el despliegue correspondiente,

### Figura 122

*Publicación de la versión Alpha.*



*Nota:* En la Figura se observa el resultado obtenido una vez desplegado los dashboard en el servicio de Power BI. Fuente: Propia

**Socialización de la Solución de BI Versión Alpha.** El desarrollo de esta solución de inteligencia de negocios se enfoca en la toma de decisiones y en mejorar el análisis y visualización de los datos del uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivos de

importancia económica en América Latina. Power BI presenta una variedad de elementos visuales para la creación de dashboards, lo que permite a los usuarios interpretar mejor los datos.

Para verificar la efectividad de la solución de BI, se realizó una reunión con el equipo de Scrum más docentes invitados, durante la cual se presentó y revisó la versión Alpha. En esta reunión se comentaron mejoras o cambios que son esenciales para optimizar la presentación y funcionalidad de la plataforma, tal como se muestra en la Figura 123

### Figura 123

*Presentación de la solución de BI versión Alpha.*



*Nota:* Presentación de la solución de BI. Fuente: Propia

Durante la presentación, la solución de Bi fue aceptada por el equipo de Scrum y los docentes invitados; además, se identificaron varias mejoras necesarias para optimizar la solución.

Entre las mencionadas mejoras se encuentran:

- **Dashboard de artículos obtenidos:** En las métricas de calidad, si no se selecciona una revista, presentar las métricas en blanco.

- **Dashboard de gestión de la selección de artículos:** Dentro de los parámetros, indicar una barra en color gris que cambie de color como un semáforo: verde si cumple o rojo si no cumple con el parámetro.
- **Dashboard de artículos analizados:** En las métricas de calidad, aumentar el tamaño de las letras y mejorar el contraste de colores del fondo de la tarjeta de impacto y las letras, añadir un filtro para los cultivos, en los valores del filtro de microorganismos, los valores deben estar en cursiva, excepto las palabras "sp." y "spp."
- **Dashboard de Microorganismos y Cultivos:** En el filtro de cultivo, incluir la opción de seleccionar todo, colocar botones de expansión para ambos análisis de clúster con filtros aplicados.

### **2.7.1. Resultados del Producto Mínimo Viable Versión Alpha (Sondeo de Satisfacción)**

Una vez finalizada la socialización del Producto Mínimo Viable (PMV), se realizó un sondeo de satisfacción entre las partes interesadas, donde expresan sus opiniones y proporcionan información general y relacionada con la calidad y funcionalidad de la solución de BI del uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivos de importancia económica en América Latina. A continuación, se analizarán los resultados de cada una de las preguntas del sondeo, permitiendo identificar las partes a mejorar y optimizar dentro del diseño de la Versión Beta del producto a diseñar

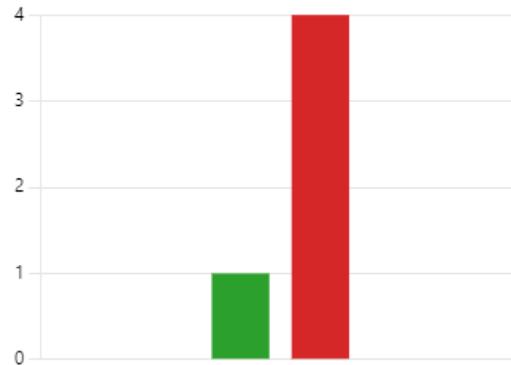
## Figura 124

Primera pregunta: Edad.

### 1. Edad

[Más detalles](#)

● Hasta 20 años	0
● Entre 21 y 24 años	0
● Entre 25 y 34 años	1
● Entre 35 y 44 años	4
● Entre 45 y 54 años	0
● Mayor de 55 años	0



*Nota:* En la Figura se observa el resultado obtenido de la primera pregunta del sondeo. Fuente:

Propia

En la Figura 124, se observa la distribución de edades entre los miembros participantes. La mayoría de los participantes, representando un 80%, se encuentra en el rango de edades de 35 a 44 años, ese grupo constituye una proporción significativa dentro de los resultados obtenidos. Por otro lado, un porcentaje menor, equivalente al 20 %, corresponde al participante que tiene entre 25 y 34 años.

## Figura 125

Segunda pregunta: Género.

### 2. Sexo

[Más detalles](#)

<span style="color: blue;">●</span> Masculino	3
<span style="color: orange;">●</span> Femenino	2



*Nota:* En la Figura se observa el resultado obtenido de la segunda pregunta del sondeo. Fuente: Propia

En la Figura 125, se observa la distribución de sexo (género) entre los miembros participantes. La mayoría, representando el 60%, son del género masculino. Por otro lado, un porcentaje menor, equivalente al 40%, son del género femenino.

## Figura 126

Tercera pregunta: Formación de Grado.

### 3. Formación de grado

[Más detalles](#)

<span style="color: blue;">●</span> Ciencias aplicadas y-o afines	2
<span style="color: orange;">●</span> Ciencias de la vida y-o afines	3
<span style="color: green;">●</span> Salud y-o afines	0
<span style="color: red;">●</span> Administración y-o afines	0
<span style="color: purple;">●</span> Ciencias sociales, Educación y-o...	0

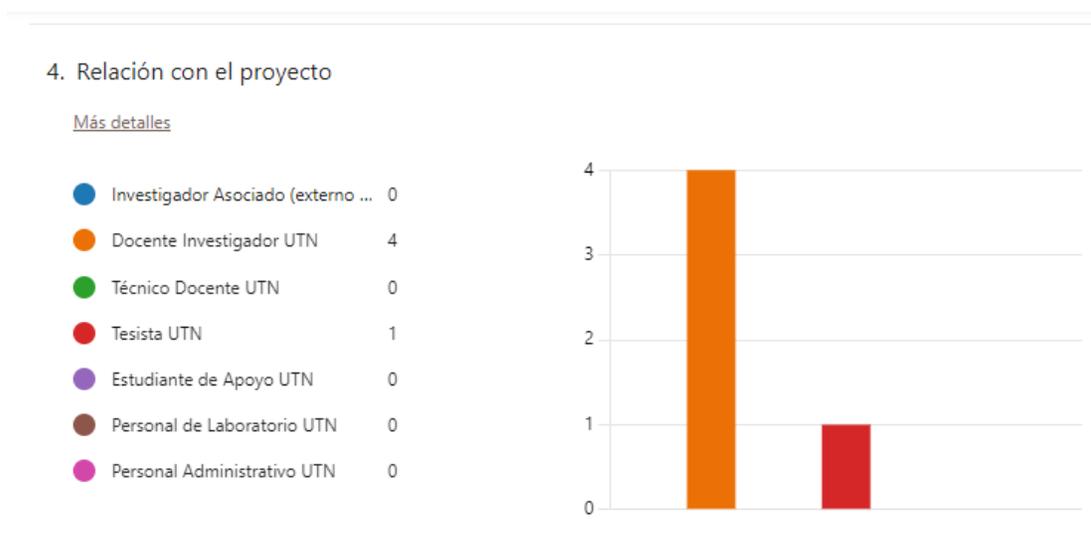


*Nota:* En la Figura se observa el resultado obtenido de la tercera pregunta del sondeo. Fuente: Propia

En la Figura 126, se puede observar la distribución de la formación académica (grados) entre los miembros participantes. La mayoría, representando el 60%, tienen formación en Ciencias de la Vida o áreas afines. Por otro lado, un porcentaje menor, equivalente al 40%, tienen formación en Ciencias Aplicadas o áreas relacionadas. Esta distribución es relevante para el proyecto de la solución de BI sobre el uso de biofertilizantes microbianos, ya que refleja la diversidad de conocimientos y especializaciones que contribuyen al desarrollo del proyecto.

### Figura 127

*Cuarta pregunta: Relación con el proyecto.*



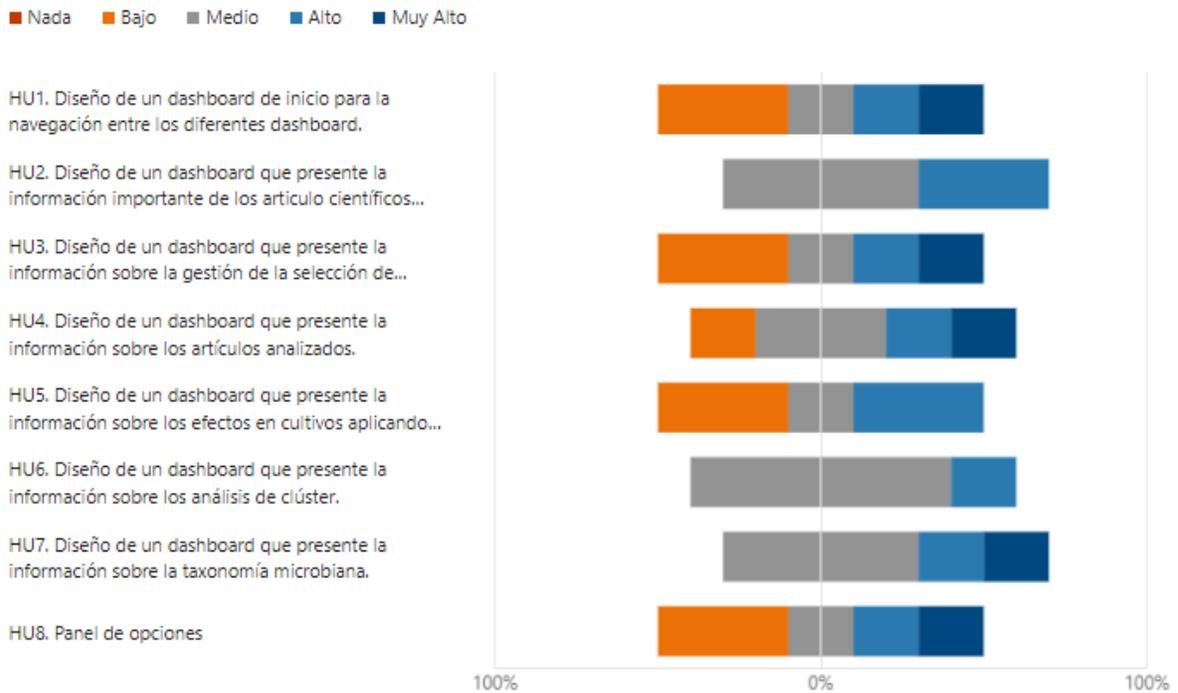
*Nota:* En la Figura se observa el resultado obtenido de la cuarta pregunta del sondeo. Fuente: Propia

En la Figura 127, se puede observar la distribución de roles en relación con el proyecto entre los 5 miembros participantes. La mayoría, representando el 80%, son docentes e investigadores de la UTN. Por otro lado, un porcentaje menor, equivalente al 20%, es el tesista encargado de la implementación práctica y el desarrollo de la solución de BI

**Figura 128**

*Quinta pregunta Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina.*

*¿Cuál considera que es el nivel de cumplimiento de los requerimientos de usuario?*



*Nota:* En la Figura se observa el resultado obtenido de la quinta pregunta del sondeo. Fuente:

Propia

En la Figura 128, se puede observar las respuestas a las diferentes secciones de los miembros participantes en relación con la pregunta realizada, en donde:

- **HU1. Diseño de un dashboard de inicio para la navegación entre los diferentes dashboard:** Esta pregunta presento una evaluación de 40% como 'Bajo', 20% como

'Medio', 20% lo consideró 'Alto' y el 20% restante otorgó una calificación de 'Muy alto', reflejando alta valoración. Estos resultados sugieren la necesidad de un análisis más profundo para identificar y mejorar las áreas específicas del dashboard."

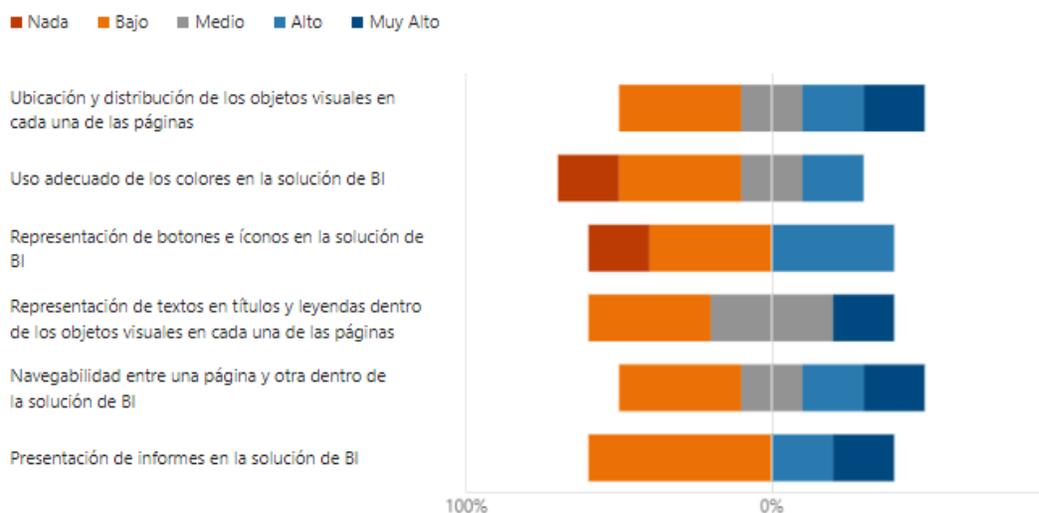
- **HU2. Diseño de un dashboard que presente la información importante de los artículos científicos obtenidos:** Esta pregunta presento una evaluación de 'Medio' por un 60% y 'Alto' por un 40%, lo que sugiere una percepción general de suficiencia y calidad con espacio para mejoras
- **HU3. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la gestión de la selección de artículos científicos:** Esta pregunta presento una evaluación de 40% como 'Bajo', un 20% como 'Medio', un 20% como 'Alto', y otro 20% como 'Muy alto', estos resultados reflejan opiniones muy diversas que da paso a la necesidad de una revisión para identificar las áreas de mejora.
- **HU4. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los artículos analizados:** Esta pregunta presento una evaluación de 'Bajo' en un 20%, 'Medio' en un 40%, 'Alto' en un 20%, y 'Muy alto' en un 20%, indicando una percepción general positiva, pero con áreas para mejorar
- **HU5. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los efectos en cultivos aplicando los biofertilizantes microbianos:** Esta pregunta presento una evaluación de 40% calificándolo como 'Bajo', un 20% como 'Medio', y un 40% como 'Alto', señalando una polarización entre ambos extremos en las percepciones y destacando la necesidad de mejoras.

- **HU6. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los análisis de clúster:** Esta pregunta tuvo una evaluación de 80% como 'Medio' y el 20% como 'Alto', sugiriendo una aceptación moderada con potencial para mejora.
- **HU7. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la taxonomía microbiana:** Esta pregunta tuvo una evaluación de 60% como 'Medio', el 20% como 'Alto', y el 20% como 'Muy alto', reflejando una percepción mayoritariamente positiva.
- **HU8. Panel de opciones:** Esta pregunta tuvo una evaluación de 'Bajo' por un 40%, 'Medio' por un 20%, 'Alto' por un 20%, y 'Muy alto' por un 20%, evidenciando una variedad de opiniones y áreas críticas para mejorar

**Figura 129**

*Sexta pregunta Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina.*

*¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con la visualización de la solución de BI?*



*Nota:* En la Figura se observa el resultado obtenido de la sexta pregunta del sondeo. Fuente: Propia

En la Figura 129 se puede observar las respuestas a las diferentes secciones de los 5 miembros participantes con relación a la pregunta realizada, en donde:

- **Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas:**

Esta pregunta presento una evaluación de 'Bajo' por un 40%, 'Medio' por un 20%, 'Alto' por un 20%, y 'Muy alto' por un 20%, evidenciando una variedad de opiniones y áreas críticas para mejorar.

- **Uso adecuado de los colores en la solución de BI:** Esta pregunta presento una evaluación de 'Nada' por un 20%, 'Bajo' por un 40%, 'Medio' por un 20%, y 'Alto' por un 20%, mostrando diversidad de opiniones y la necesidad de un nuevo uso de aplicación de gama de colores.

- **Representación de botones e íconos en la solución de BI:** Esta pregunta presento una evaluación de 'Nada' por un 20%, 'Bajo' por un 40%, y 'Alto' por un 40%, reflejando opiniones divididas y áreas para mejorar en la representación de botones e íconos dentro de los dashboard.

- **Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas:** Esta pregunta presento una evaluación de 'Bajo' por un 40%, 'Medio' por un 40%, y 'Muy alto' por un 20%, indicando diversas percepciones y la necesidad de mejorar la representación de los textos.

- **Navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI:** Esta pregunta presento una evaluación de 'Bajo' por un 40%, 'Medio' por un 20%, 'Alto'

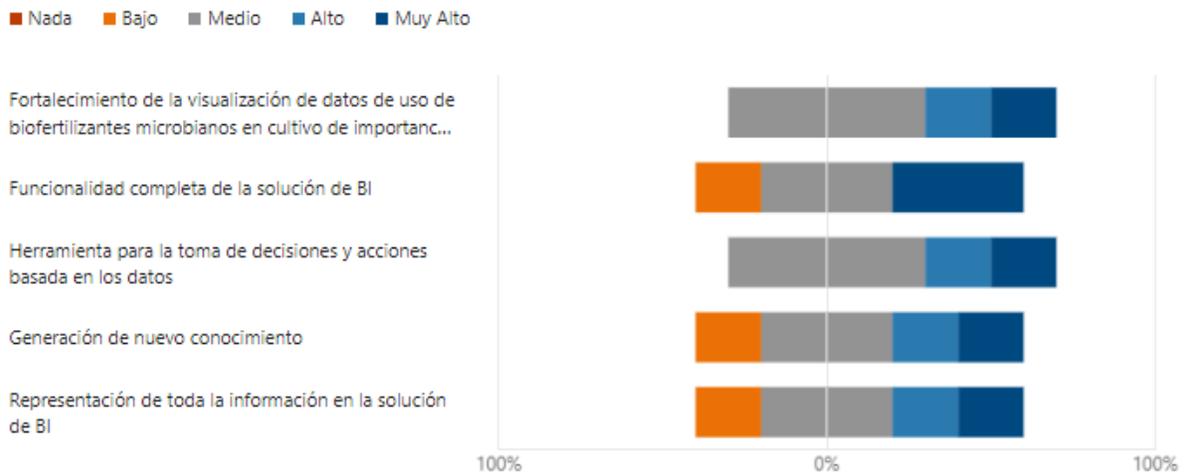
por un 20%, y 'Muy alto' por un 20%, mostrando una variedad de opiniones y áreas críticas para mejorar en relación con la navegabilidad.

- **Presentación de informes en la solución de BI:** Esta pregunta presento una evaluación de 'Bajo' por un 60%, 'Alto' por un 20%, y 'Muy alto' por un 20%, indicando la necesidad de importantes mejoras en la presentación de informes.

**Figura 130**

*Séptima pregunta: Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina.*

*¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con el cumplimiento de los objetivos de la solución?*



*Nota:* En la Figura se observa el resultado obtenido de la séptima pregunta del sondeo. Fuente: Propia

En la Figura 130, se puede observar las respuestas a las diferentes secciones de los 5 miembros participantes en relación con la pregunta realizada, en donde

- **Fortalecimiento de la visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia:** Esta pregunta presento una evaluación de 'Medio' por un 60%, 'Alto' por un 20%, y 'Muy alto' por un 20%, evidenciando una variedad de opiniones y áreas para mejorar.
- **Funcionalidad completa de la solución de BI:** Esta pregunta presento una evaluación de 'Bajo' por un 20%, 'Medio' por un 40%, y 'Alto' por un 40%, mostrando diversidad de opiniones y la necesidad de optimización dentro de la funcionalidad.
- **Herramienta para la toma de decisiones y acciones basada en los datos:** Esta pregunta presento una evaluación de 'Medio' por un 60%, 'Alto' por un 20%, y 'Muy alto' por un 20%, reflejando opiniones divididas y áreas para mejorar en la toma de decisiones basada en datos.
- **Generación de nuevo conocimiento:** Esta pregunta presento una evaluación de 'Bajo' por un 20%, 'Medio' por un 40%, 'Alto' por un 20%, y 'Muy alto' por un 20%, indicando diversas percepciones y la necesidad de mejorar en la generación de conocimiento a través de la información presentada.
- **Representación de toda la información en la solución de BI:** Esta pregunta presento una evaluación de 'Bajo' por un 60%, 'Alto' por un 20%, y 'Muy alto' por un 20%, indicando la necesidad de importantes mejoras en la presentación general de los informes

### Figura 131

*Octava pregunta: ¿Cómo calificaría la primera versión de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina?*



*Nota:* En la Figura se observa el resultado obtenido de la octava pregunta del sondeo. Fuente: Propia

En la Figura 131, se observan las respuestas a las secciones de los cinco miembros participantes respecto a la pregunta realizada. Un participante (20%) es considerado Promotor, lo que indica que está muy satisfecho y es probable que recomiende el producto o servicio a otros. Cuatro participantes (80%) son clasificados como Pasivos; estos están satisfechos, pero no son entusiastas.

Para finalizar, cada resultado obtenido de las preguntas realizadas en el sondeo permite diseñar una nueva versión (Beta) incorporando las opiniones derivadas de cada respuesta obtenida.

### 2.8. Diseño de Dashboard (Versión Beta)

Al analizar los diversos resultados, se puede identificar todas las opiniones sobre la versión Alpha. Esto marca el inicio de un nuevo ciclo de iteración, donde se implementan mejoras o modificaciones basadas en las opiniones de cada participante. Este proceso contribuye

a elevar la calidad de la solución y a ajustarla a las nuevas perspectivas y necesidades de las partes involucradas.

A continuación, se describen cada una de las mejoras realizadas dentro del nuevo diseño de la solución de BI.

**Reticulación Web:** Se utiliza principalmente para mejorar la disposición y conexión de elementos en una página web, tales como texto, imágenes y enlaces, de manera organizada y coherente, con el fin de proporcionar una experiencia de navegación fluida y comprensible al usuario.

**Nueva Gama de Colores:** En el nuevo diseño de los dashboards, se ha incluido una nueva gama de colores, empleando la herramienta “UI Colors”, permitiendo resaltar partes importantes de las visualizaciones, sino que también facilita un contraste de colores que no afecta la visualización de la información en cada uno de los paneles. En la Figura 132 se presenta la nueva lista de colores a utilizar

**Figura 132**

*Nueva lista de colores para el diseño de los dashboards.*



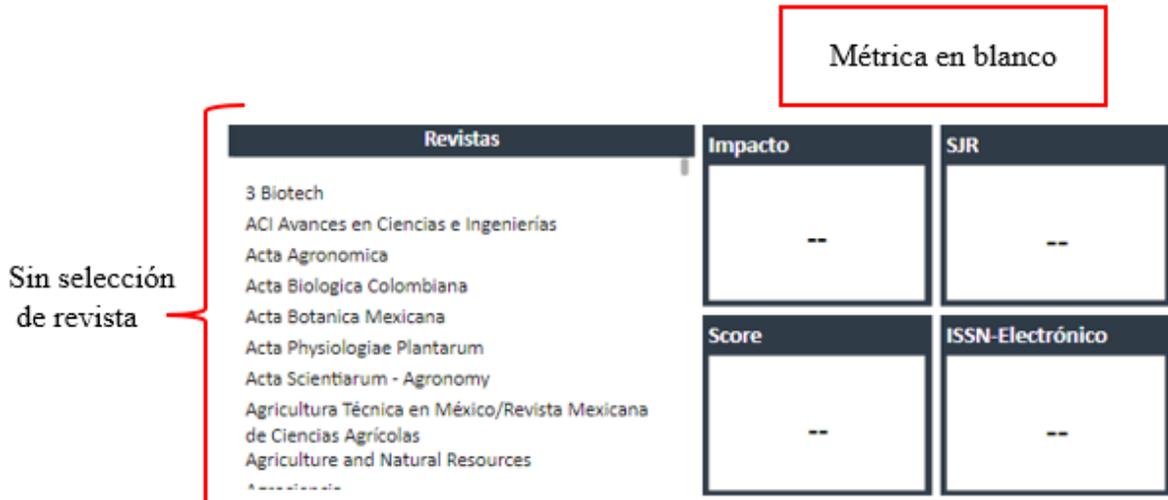
*Nota:* En la Figura se observa el listado de los nuevos colores a utilizar para la nueva versión en los diseños de dashboards. Fuente: Propia

Además, un punto importante a considerar en el nuevo diseño es la implementación de las opiniones respecto a la corrección y mejora en los diseños de los dashboards. Garantizando que las necesidades y expectativas de los usuarios se vean reflejadas en la versión final. A continuación, se presentan los cambios realizados dentro de los dashboard correspondientes..

**Dashboard de Artículos Obtenidos:** En este dashboard se modificó las métricas de calidad, donde si no se selecciona una revista las métricas deben presentarse en blanco, caso contrario debe presentar la información de las métricas al seleccionar una revista, como se presenta en la Figura 133.

**Figura 133**

*Mejora en el dashboard de artículos obtenidos.*



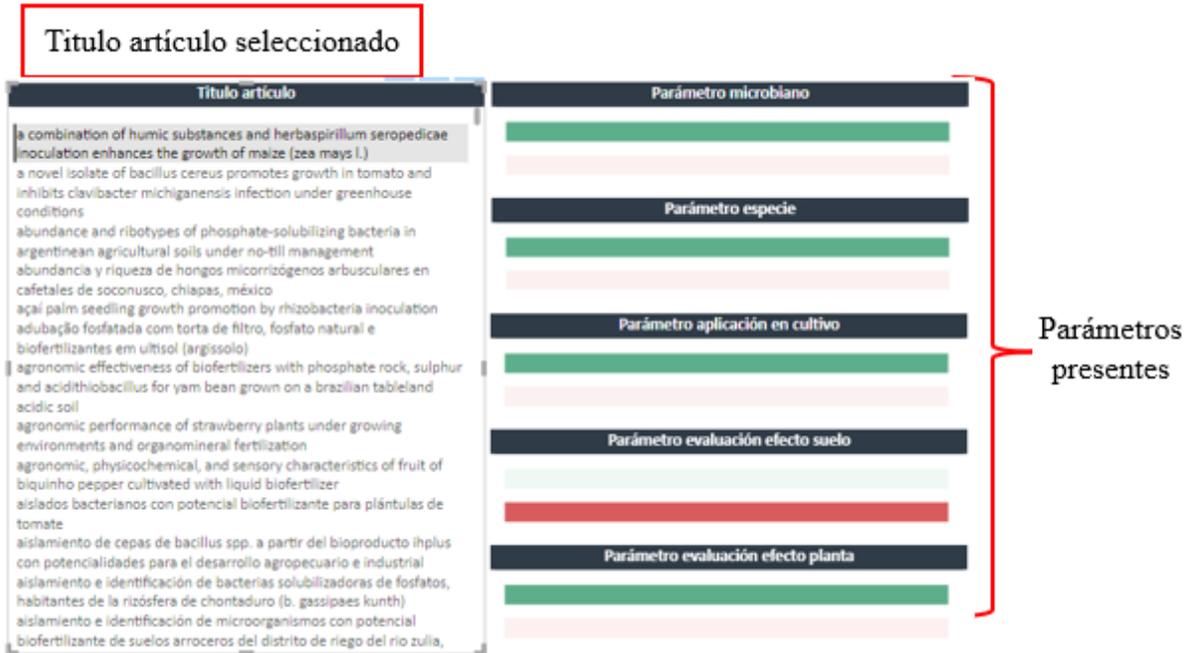


*Nota:* En la Figura se presenta la mejora realizada dentro del dashboard correposniente. Fuente: Propia

**Dashboard de Gestión de la Selección de Artículos:** En este dashboard se modificó los colores de identificación de los parámetros de selección, mediante un cambio de color como un semáforo: verde si cumple o rojo si no cumple con el parámetro. En la Figura 134 se presenta el resultado del cambio realizado.

**Figura 134**

*Mejora en el dashboard de selección de artículos.*

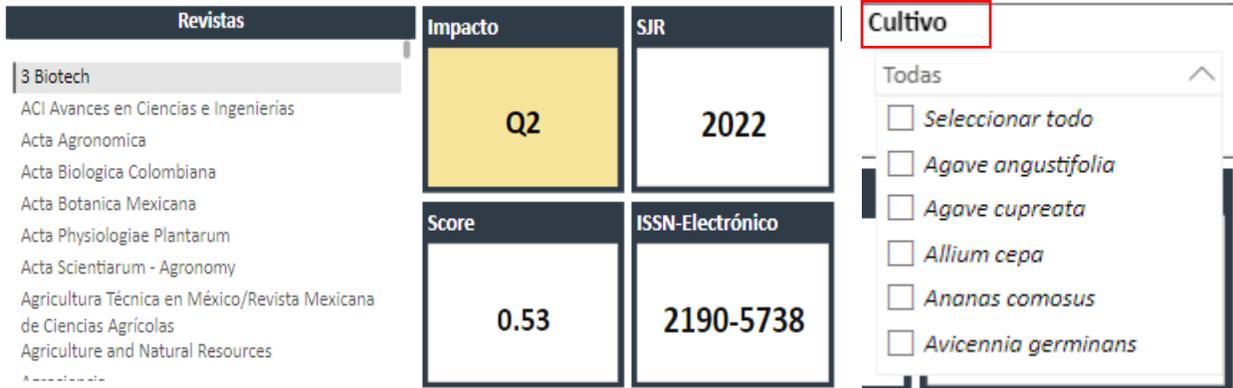


*Nota:* En la Figura se presenta la mejora realizada dentro del dashboard correposniente. Fuente: Propia

**Dashboard de Artículos Analizados:** En este dashboard se modificó las métricas de calidad, más específicamente aumentar el tamaño de las letras y mejorar el contraste de colores del fondo de la tarjeta de impacto y las letras, además de añadir un filtro para los cultivos utilizados y por último dentro de los valores del filtro de microorganismos deben estar en cursiva, excepto las palabras "sp." y "spp.". Tal como se muestra en la Figura 135

**Figura 135**

*Mejora en el dashboard de artículos analizados.*

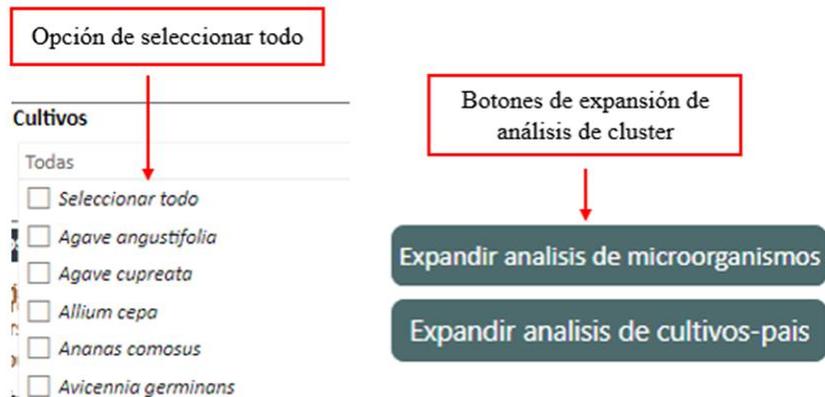


*Nota:* En la Figura se presenta la mejora realizada dentro del dashboard correposniente. Fuente: Propia

**Dashboard de Microorganismos y Cultivos:** En este dashboard se modificó el filtro donde se debe incluir la opción de seleccionar todo, además de colocar botones de expansión para ambos análisis de clúster con filtros aplicados. Tal como se muestra en la Figura 136.

**Figura 136**

*Mejora en el dashboard de microorganismos y cultivos.*



*Nota:* En la Figura se presenta la mejora realizada dentro del dashboard correspondiente. Fuente: Propia

Una vez finalizado el proceso de cambios y modificaciones de acuerdo con lo mencionado anteriormente, se presentan en las siguientes Figuras los resultados obtenidos tras la aplicación de estos cambios en los nuevos diseños de los dashboards. Estos resultados reflejan las mejoras implementadas y su impacto en la funcionalidad y apariencia de los dashboards

### Figura 137

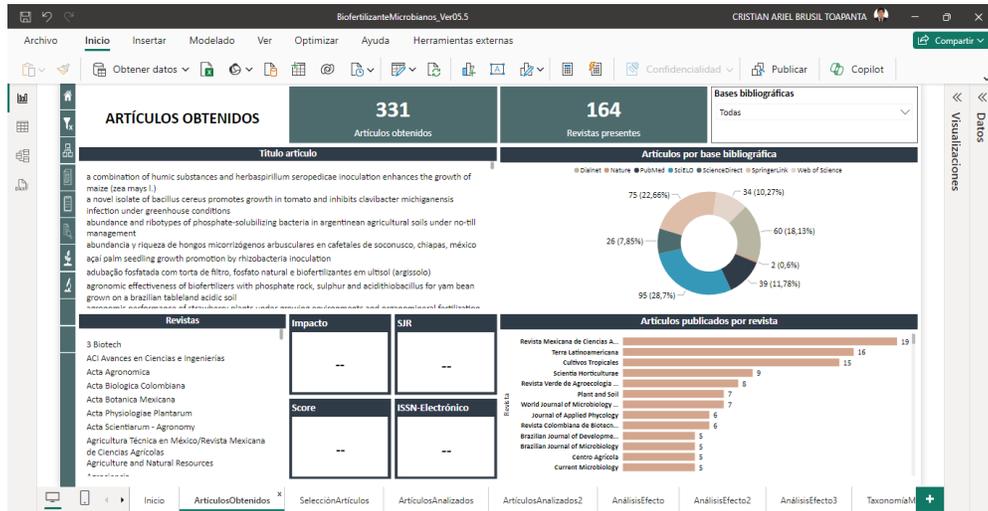
*Nuevo dashboard de Inicio.*



*Nota: En la Figura se presenta el nuevo diseño del dashboard de inicio. Fuente: Propia*

**Figura 138**

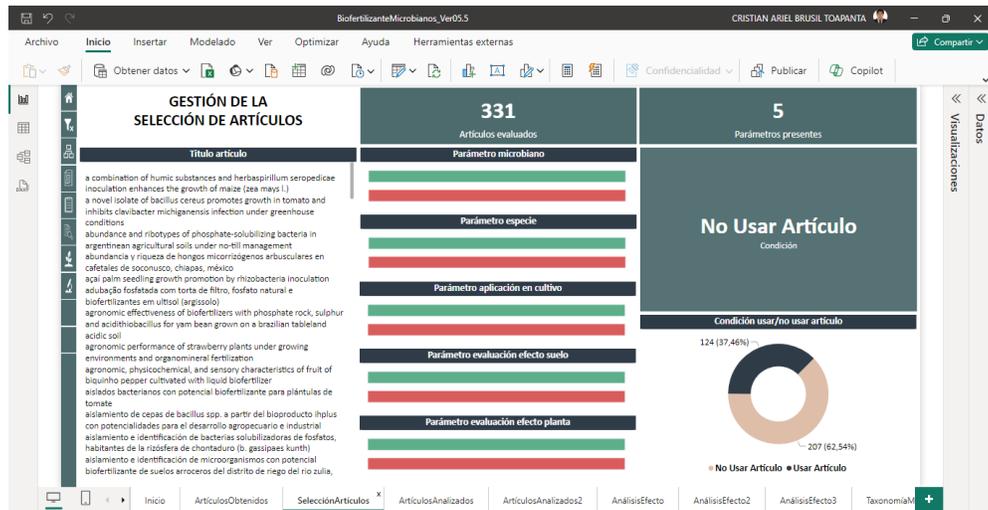
*Nuevo dashboard de artículos obtenidos.*



*Nota:* En la Figura se presenta el nuevo diseño del dashboard de artículos obtenidos Fuente: Propia

**Figura 139**

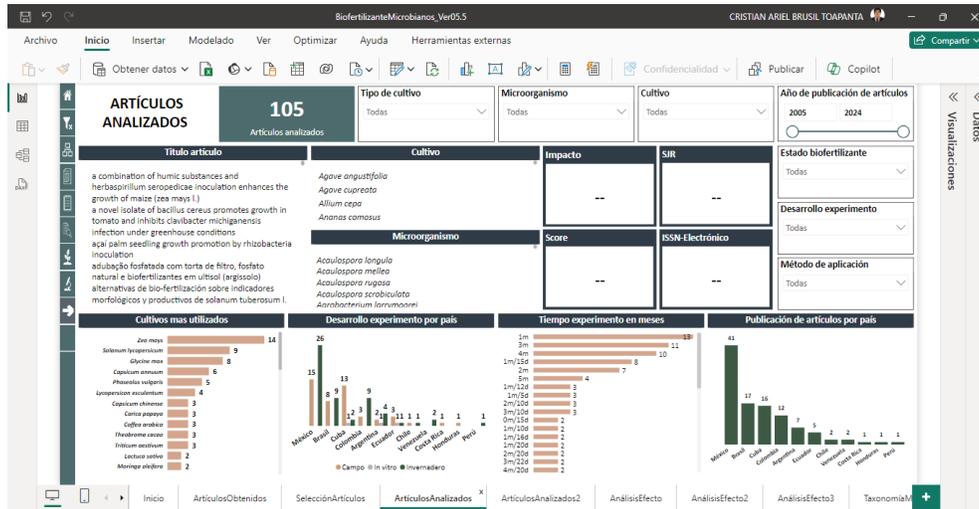
*Nuevo dashboard de gestión de la selección de artículos.*



*Nota:* En la Figura se presenta el nuevo diseño del dashboard de .la gestión de la selección de artículos Fuente: Propia

**Figura 140**

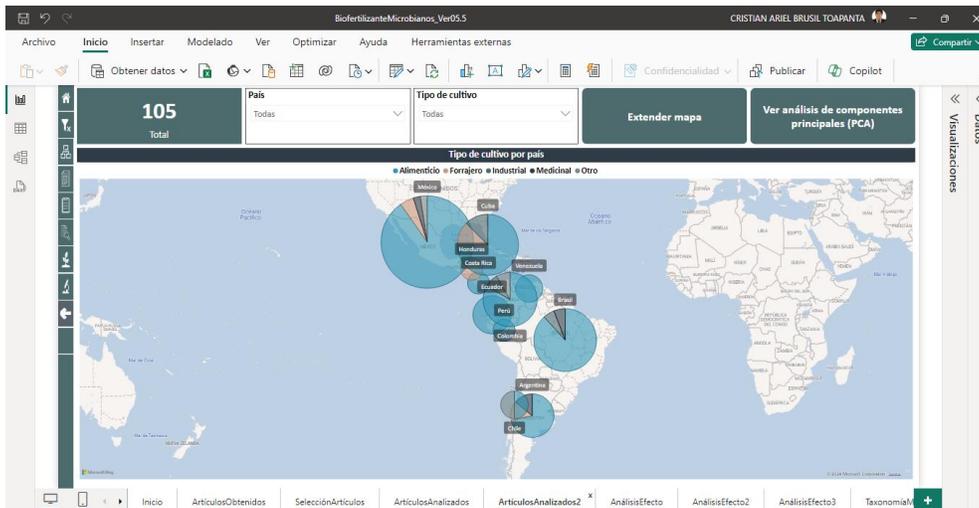
*Nuevo dashboard de artículos analizados.*



*Nota:* En la Figura se presenta el nuevo diseño del dashboard de artículos analizaos. Fuente: Propia

**Figura 141**

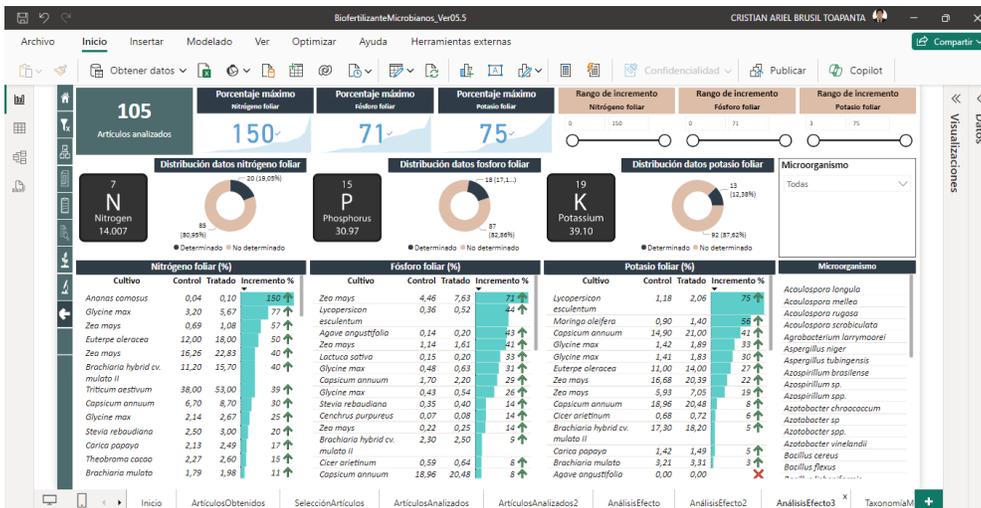
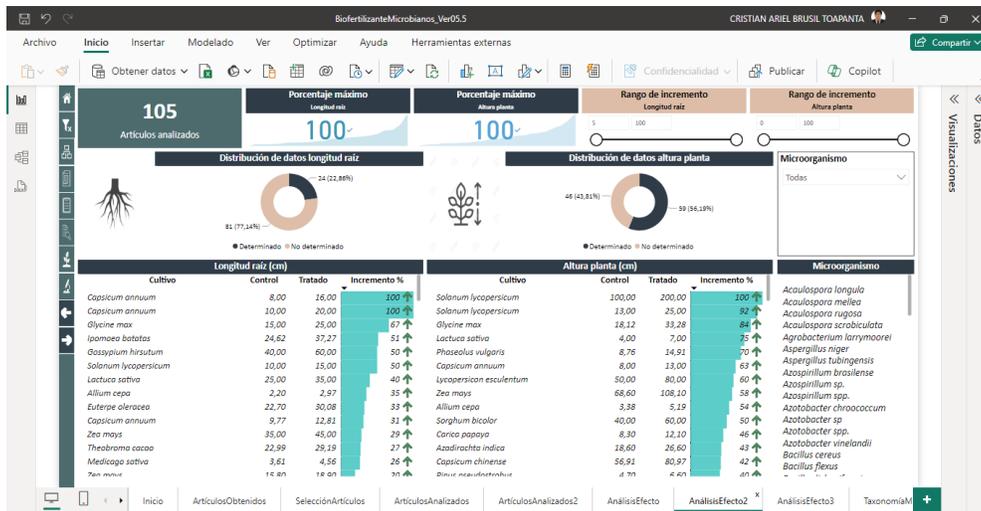
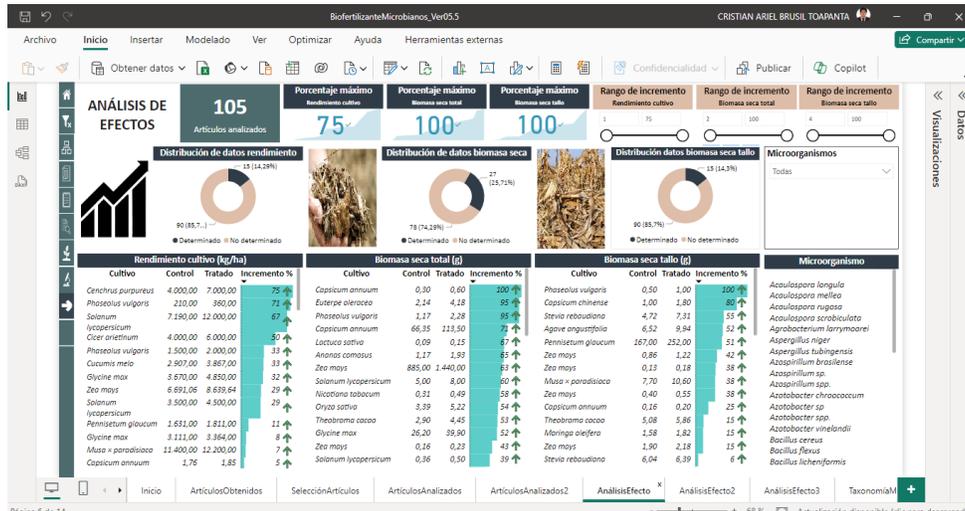
*Nuevo dashboard de artículos analizados 2.*



*Nota:* En la Figura se presenta el nuevo diseño del dashboard de artículos analizados 2. Fuente: Propia

Figura 142

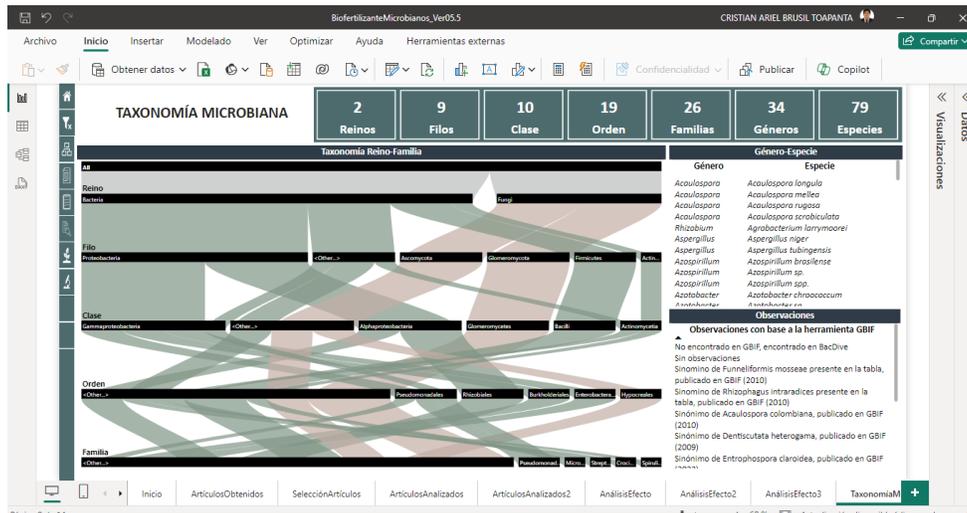
Nuevo dashboard de análisis de efectos.



Nota: En la Figura se presenta el nuevo diseño de los dashboard de análisis de efectos. Fuente: Propia

Figura 143

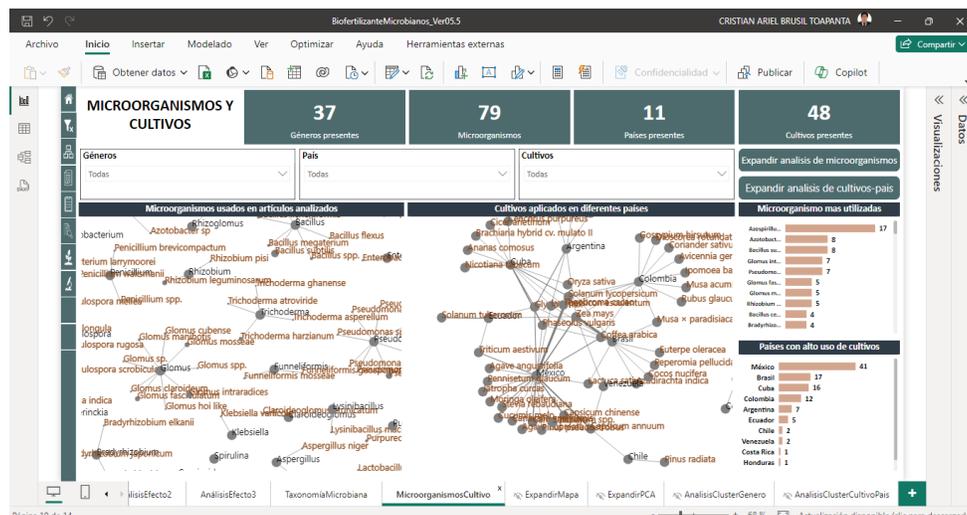
Nuevo dashboard de taxonomía microbiana.



Nota: En la Figura se presenta el nuevo diseño del dashboard de taxonomía microbiana. Fuente: Propia

Figura 144

Nuevo dashboard de microorganismos y cultivos.

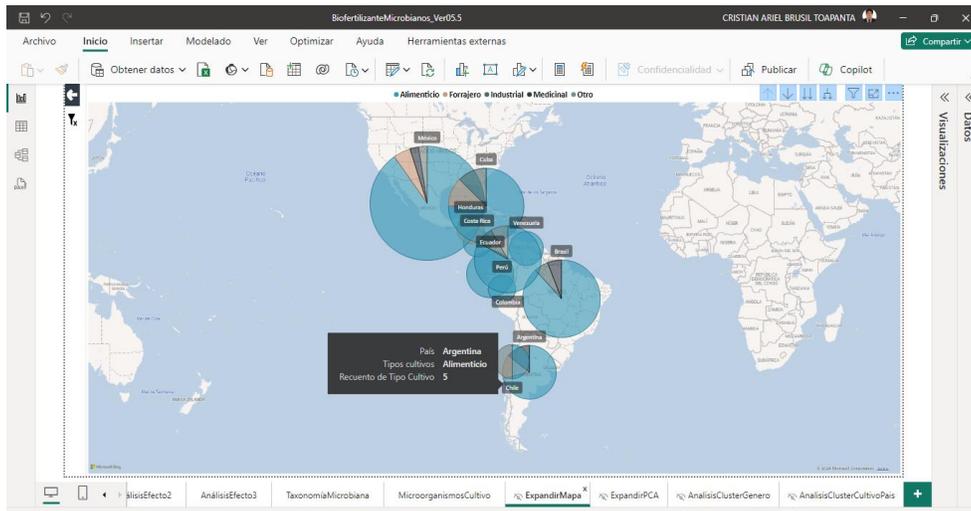


Nota: En la Figura se presenta el nuevo diseño del dashboard de microorganismos y cultivos.

Fuente: Propia

**Figura 145**

*Nuevo dashboard de expansión de objetos visuales.*

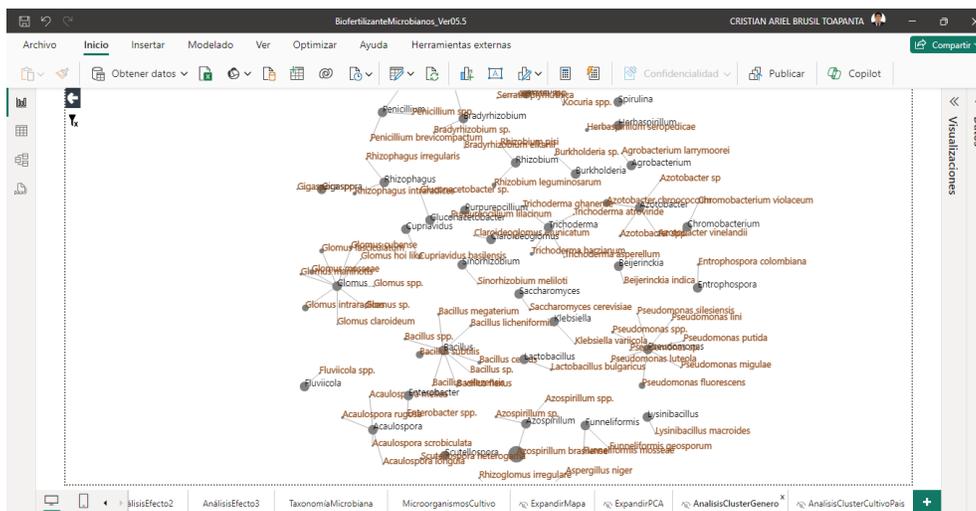


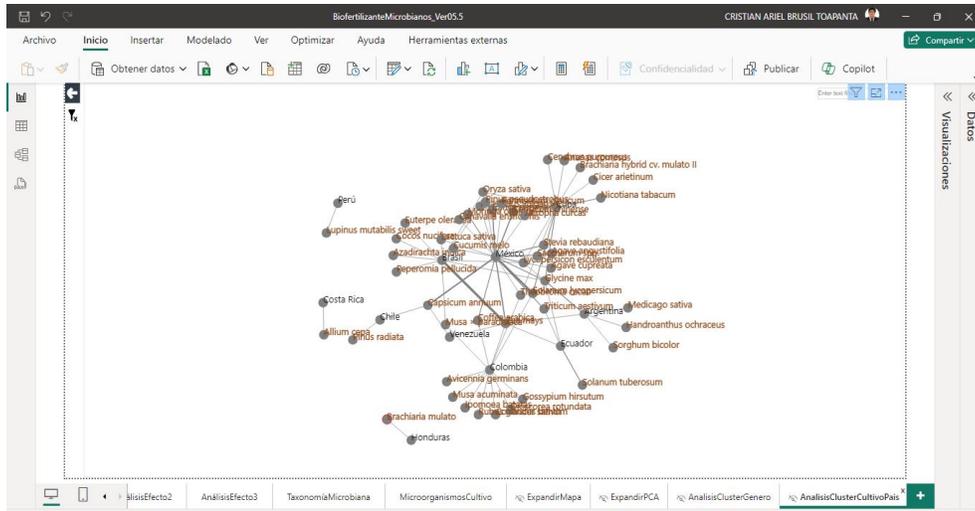
Nota: En la Figura se presenta el diseño del dashboard de expansión de objetos visuales (mapa).

Fuente: Propia

**Figura 146**

*Nuevo dashboard de expansión del análisis de cluster de microorganismos y país-cultivo*

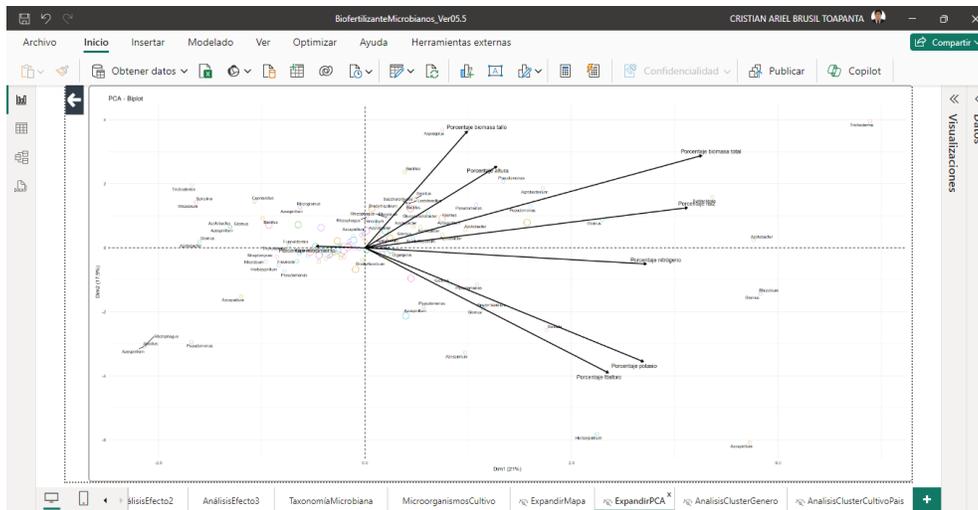




*Nota:* En la Figura se presenta el diseño del dashboard de expansión de objetos visuales (análisis de cluster). Fuente: Propia

### Figura 147

*Nuevo dashboard del análisis de componente principales (PCA).*



*Nota:* En la Figura se presenta el diseño del dashboard de expansión de objetos visuales (PCA).

Fuente: Propia

### 2.8.1. Publicación del Producto Mínimo Viable Versión Beta

Una vez finalizado el nuevo diseño de los dashboard aplicando las diferentes mejoras correspondientes antes mencionadas mediante la herramienta Power BI Desktop y tras revisar minuciosamente su funcionalidad y las interfaces de interacción, el siguiente paso es publicar el informe en el servicio de Power BI en la nube. Este proceso debe seguir los mismos pasos realizados en la “Publicación de la versión Alpha” correspondiente.

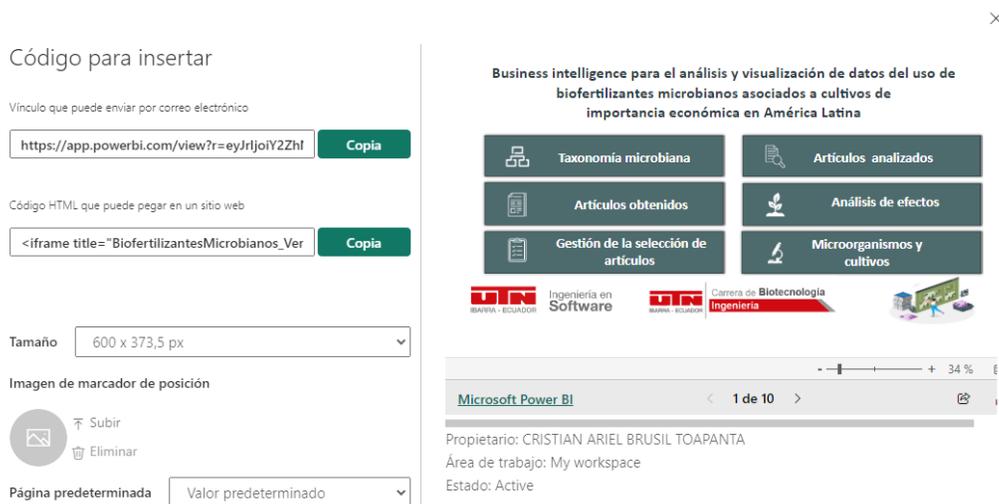
Además, se deben realizar una nueva serie de pasos para su publicación en la web (Publica).

- Ir a Archivo
- Insertar Informe
- Publicar en la web (Publica)

En la Figura 148 se muestra el resultado obtenido, permitiendo asegurar que el informe esté disponible para su uso y revisión en el entorno de Power BI en la nube.

#### Figura 148

##### *Procedimiento de Publicación en la web Publica*





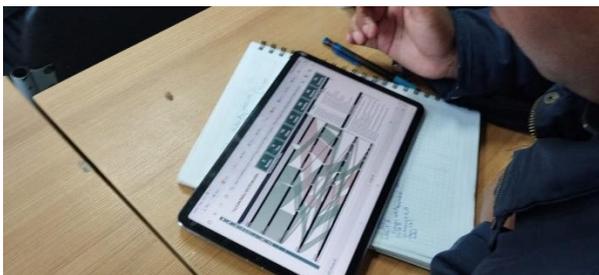
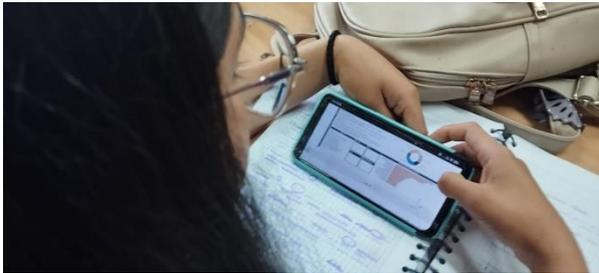
Nota: En la Figura se presenta la publicación en la web publica donde nos permite obtener el vinculo correspondiente. Fuente: Propia

**Socialización del Producto Mínimo Viable (PMV) Versión Beta.** Como se indica en la Figura 149, la presentación de la versión Beta (PMV), se llevó a cabo en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA), con 26 estudiantes de ecología y 4 docentes de la carrera de biotecnología. El objetivo principal de esta presentación fue validar la versión Beta del producto mínimo viable y recopilar comentarios sobre sus características, funcionalidad y experiencia de usuario.

Además, antes de finalizar la presentación se realizó una encuesta, con el objetivo evaluar la importancia de una solución de BI como herramienta tecnológica para fortalecer el análisis, visualización e interpretación de los datos del uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivos de importancia economía en América Latina. Para lograr este objetivo, se buscó validar el cumplimiento de los requisitos y necesidades del equipo de investigadores y lo usuarios finales.

## Figura 149

*Socialización PMV Versión Beta*



*Nota:* En la Figura se presenta la utilización de la solución de BI por parte de los estudiantes.

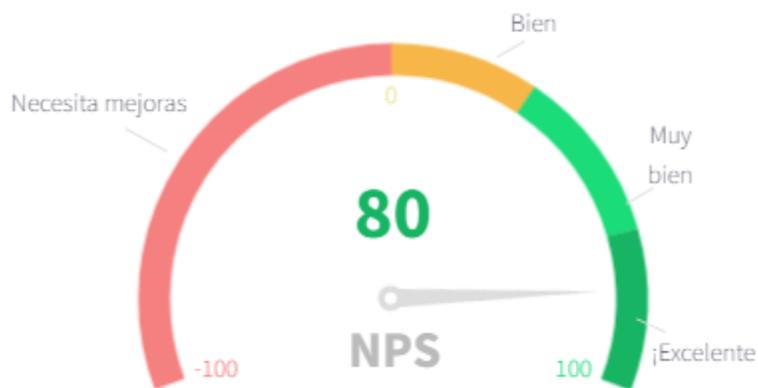
Fuente: Propia

**Calificación de la Solución de BI Versión Beta.** Una vez finalizada la presentación y obtenidas las respuestas en la encuesta realizada, el NPS (Net Promoter Score) arrojó una puntuación de 80, como se observa en la Figura 150. Esto indica que la nueva versión de la solución de BI ha cumplido con las expectativas de los usuarios finales, mostrando una alta probabilidad de recomendación del conjunto de informes BI. Esta información se obtuvo mediante la herramienta Survey Kiwi (<https://surveykiwi.com/nps-calculator>).

Los usuarios están satisfechos con el producto y lo recomendarían a otros. En este caso, hay 24 promotores (80%) y 6 usuarios pasivos (20%). Con este nivel de satisfacción expresado por los usuarios, el producto ha cumplido con las expectativas y objetivos establecidos.

### Figura 150

*NPS Version Beta*



*Nota:* En la Figura se presenta el NPS obtenidos en la version Beta. Fuente: Propia

## **CAPÍTULO III**

### **Análisis e Interpretación de los Resultados**

En este capítulo, se exponen los resultados obtenidos de la validación de los datos relacionados el uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivos de importancia economía en América Latina. Empleando herramientas de Business Intelligence (BI), que facilitaron tanto la visualización como el análisis detallado de la información recopilada.

#### **3.1. Evaluación de Resultados**

Para evaluar los resultados, se realizó una encuesta titulada “Solución BI para la visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos”, utilizando la herramienta de Microsoft Forms, facilitando el proceso de encuesta de manera eficiente y efectiva además de garantizar resultados precisos y confiables. La encuesta esta estructura en tres secciones importantes.

1. Datos con información del encuestado
2. Proceso de análisis y visualización de los datos del uso de biofertilizantes microbianos.
3. Valoración de cumplimiento de la solución de Business Intelligence (BI).

Esta encuesta fue aplicada a los participantes del proyecto, con el objetivo principal de validar el cumplimiento de los requisitos y necesidades del equipo de investigadores.

### 3.2. Tabulación de Datos

Para analizar los datos recopilados, se llevó a cabo un proceso de tabulación y análisis descriptivo. Este enfoque permitió organizar y resumir los datos de manera clara y comprensible, proporcionando una visión general de las características y tendencias observadas

#### 3.2.1. Primera Sección: Datos con Información del Encuestado

Dentro de esta sección se presenta la recopilación de los datos informativos sobre los encuestados. Las preguntas incluidas en esta sección son: rango de edad, sexo (género), formación académica y su relación con el proyecto actual. Estos datos se presentan en las tablas del 12 a 15, proporcionan información crucial para entender de manera clara y precisa las perspectivas y opiniones de los encuestados de manera efectiva.

**Tabla 12**

*Rango de Edad (años)*

<b>Rango de Edad (años)</b>	<b>Nro. De Encuestados</b>
Hasta 20	9
Entre 21 y 24	17
Entre 35 y 44	4

*Nota:* En la Figura se presenta la información de edad de los encuestados. Fuente: Propia

**Tabla 13**

*Género*

<b>Genero (Sexo)</b>	<b>Nro. De Encuestados</b>
Masculino	11
Femenino	19

*Nota:* En la Figura se presenta la información del género de los encuestados. Fuente: Propia

**Tabla 14***Formación de Grado*

<b>Formación de Grado</b>	<b>Nro. De Encuestados</b>
Ciencias de la vida y-o afines	22
Ciencias aplicadas y-o afines	7
Ciencias sociales, Educación y-o afines	1

*Nota:* En la Figura se presenta la información de formación de los encuestados. Fuente: Propia

**Tabla 15***Relación con el proyecto*

<b>Relación con el proyecto</b>	<b>Nro. De Encuestados</b>
Estudiante de Apoyo UTN	26
Docente Investigador UTN	3
Investigador Asociado (externo a la UTN)	1

*Nota:* En la Figura se presenta la información de la relación con el proyecto de los encuestados.

Fuente: Propia

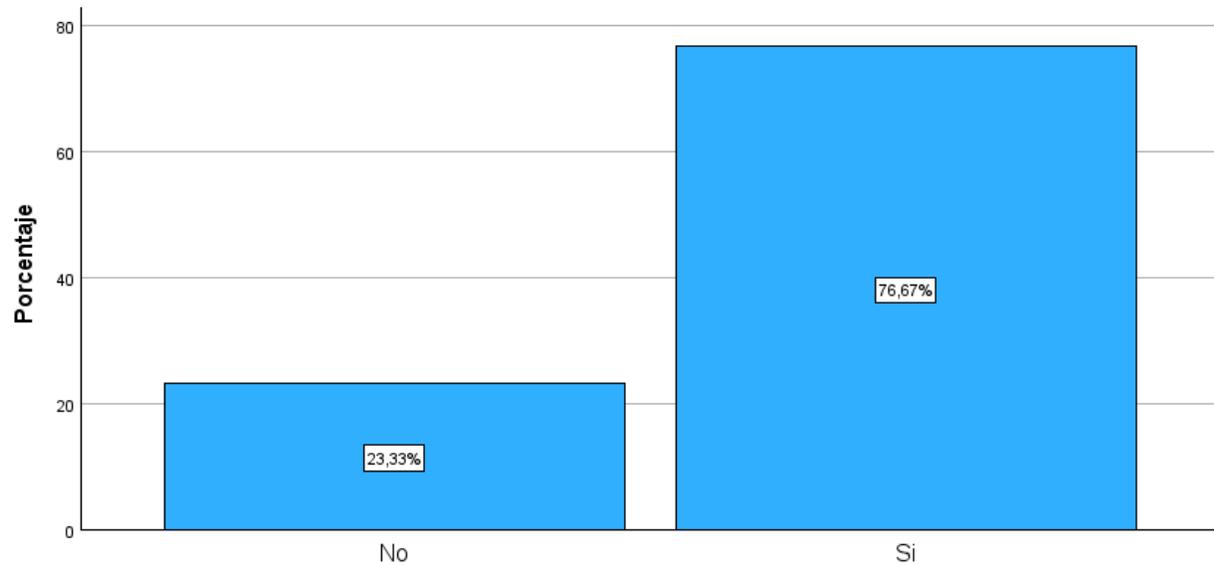
### **3.2.2. Segunda Sección: Proceso de Análisis y Visualización de los Datos del Uso de Biofertilizantes Microbianos**

Dentro de esta sección se presenta la recopilación de los datos realizado a los encuestados. Estos datos proporcionan información crucial para entender de manera clara y precisa las perspectivas y opiniones de los participantes. A continuación, se presenta el análisis e interpretación de los datos obtenidos en esta sección.

## Análisis e Interpretación

**Figura 151**

*PD1. ¿Considera usted, que se han presentado problemas relacionados al proceso de visualización y análisis de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos?*



**PD1. ¿Considera usted, que se han presentado problemas relacionados al proceso de visualización y análisis de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos?**

**PD1. ¿Considera usted, que se han presentado problemas relacionados al proceso de visualización y análisis de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	7	23,3	23,3	23,3
	Si	23	76,7	76,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

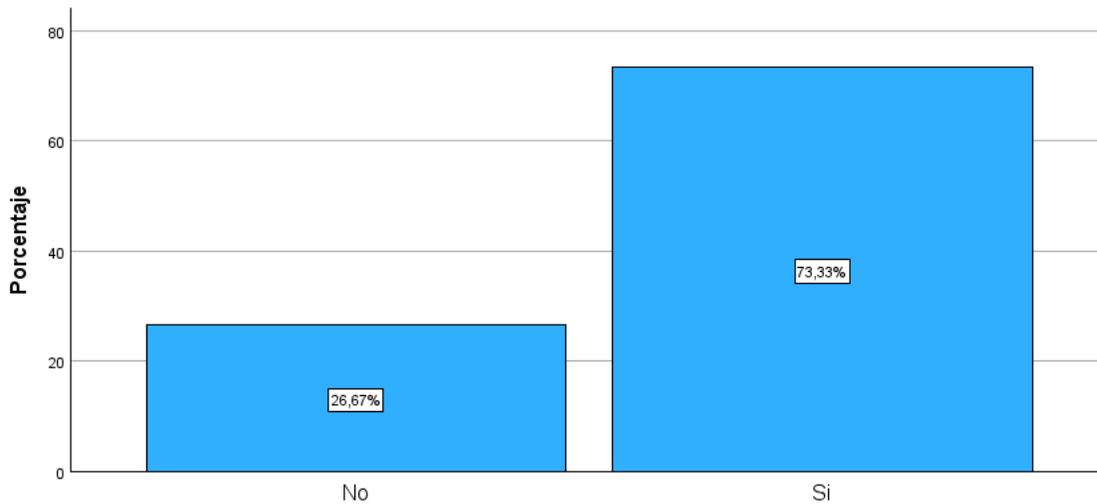
*Nota:* En la Figura se presenta el análisis de PD1. Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 155 correspondiente a la pregunta PD1, los resultados muestran que el 76,7% de los encuestados presenta problemas relacionados con la visualización y análisis de datos del uso de biofertilizantes microbianos, lo que puede significar desafíos en esta área. Por otro lado, el 23,3% de los encuestados no experimentan estos

problemas, esto indica que algunas de las practicas o tecnologías que utilizan son más eficientes o que las condiciones que operan no presentan desafíos.

**Figura 152**

*PD2. ¿Considera usted, que se han presentado inconsistencias o confusión al momento de realizar un análisis de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos, sin el uso de herramientas tecnológicas?*



PD2. ¿Considera usted, que se han presentado inconsistencias o confusión al momento de realizar un análisis de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos, sin el uso de herramientas tecnol...

**PD2. ¿Considera usted, que se han presentado inconsistencias o confusión al momento de realizar un análisis de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos, sin el uso de herramientas tecnol...**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	8	26,7	26,7	26,7
	Si	22	73,3	73,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

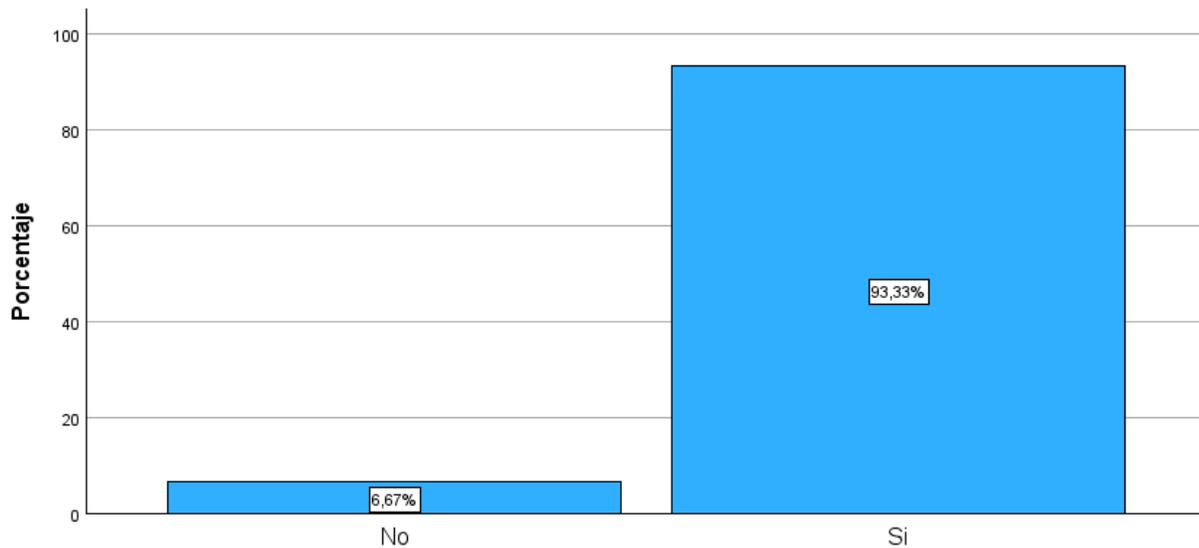
*Nota:* En la Figura se presenta el analisis de PD2. Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 156 de la pregunta PD2, los resultados muestran que el 73.3 % de los encuestados consideran que se han encontrado inconsistencias o confusión

al analizar datos sin utilizar herramientas tecnológicas. Por otro lado, el 26,7% no percibe estos problemas de confusión. Esta distribución presenta que la mayoría de los encuestados reconoce la importancia y la necesidad de utilizar herramientas tecnológicas para un análisis más preciso y claro de los datos del uso de biofertilizantes microbianos.

**Figura 153**

*PD3. ¿Considera usted, que los datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos recolectados en investigaciones podrían ser representados de tal manera, que generen mayor valor y una mejor visualización de los mismos?*



**PD3. ¿Considera usted, que los datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos recolectados en investigaciones, podrían ser representados de tal manera, que generen mayor valor y una mejor visu...**

**PD3. ¿Considera usted, que los datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos recolectados en investigaciones, podrían ser representados de tal manera, que generen mayor valor y una mejor visu...**

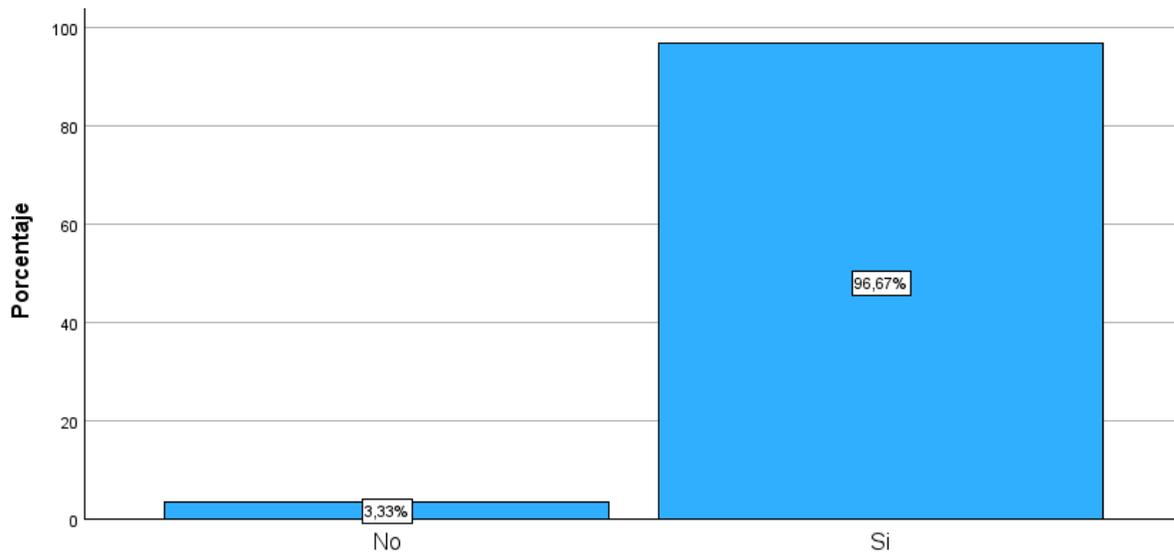
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	2	6,7	6,7	6,7
	Si	28	93,3	93,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Nota: En la Figura se presenta el análisis de PD3. Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 157 de la pregunta PD3, los resultados muestran que un 93,3 % de los encuestados considera que los datos podrían representarse para generar mayor valor y visualización. En contraste, solo un 6,7% opina que no es necesario mejorar la representación de los datos. Los resultados indican que la mayoría de los encuestados ve necesario mejorar cómo se representan los datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos en las investigaciones, ayudando a extraer el mayor valor de la información y facilitando su interpretación.

### Figura 154

PD4. ¿Cree usted, que es necesario aplicar herramientas tecnológicas en el proceso de análisis, interpretación y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos?



PD4. ¿Cree usted, que es necesario aplicar herramientas tecnológicas en el proceso de análisis, interpretación y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos?

**PD4. ¿Cree usted, que es necesario aplicar herramientas tecnológicas en el proceso de análisis, interpretación y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos?**

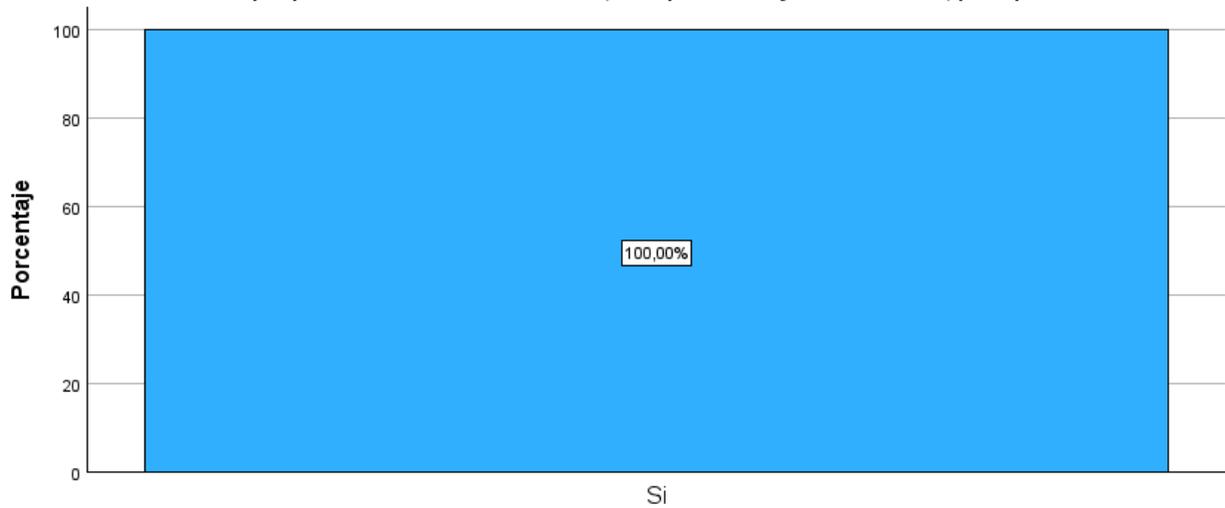
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	1	3,3	3,3	3,3
	Si	29	96,7	96,7	100,0
Total		30	100,0	100,0	

*Nota:* En la Figura se presenta el analisis de PD4. Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 158 correspondiente a la pregunta PD4, los resultados muestran que el 96,7 % de los encuestados considera necesario aplicar herramientas tecnológicas en el análisis, visualización e interpretación de datos. Sin embargo, el 3,3% restante creen que no es necesario la aplicación de herramientas tecnológicas. Esta abrumadora distribución de porcentaje, indica la necesidad y la importancia de aplicar herramientas tecnología en el manejo de datos del uso de biofertilizantes microbianos para mejorar la precisión y eficiencia dentro del análisis, visualización e interpretación de la información proporcionada.

**Figura 155**

*PD5. ¿Considera usted, útil implementar una solución de BI sobre los datos del uso de biofertilizantes microbianos que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, para poder mejorar la toma de decisiones de los investigadores del área de la biotecnología vegetal?*



**PD5. ¿Considera usted, útil implementar una solución de BI sobre los datos del uso de biofertilizantes microbianos que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, para poder m...**

**PD5. ¿Considera usted, útil implementar una solución de BI sobre los datos del uso de biofertilizantes microbianos que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, para poder m...**

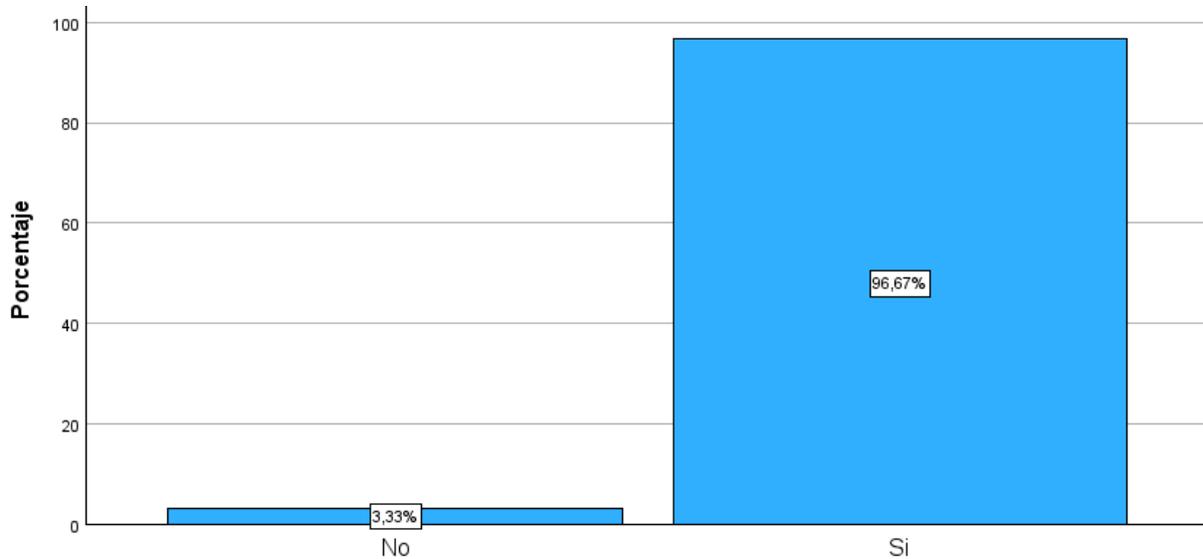
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Si	30	100,0	100,0	100,0

*Nota:* En la Figura se presenta el analisis de PD5. Fuente: Propia

Al analizar la información presente en la Figura 159 correspondiente a la pregunta PD5, los resultados muestran que el 100% de los encuestados consideran de manera efectiva la implementación de la solución de BI, que puede optimizar el manejo de los datos, facilitando la toma de decisiones importantes dentro del ámbito de los biofertilizantes microbianos

**Figura 156**

*PD6. ¿Considera usted, útil que la solución de BI de datos del uso de biofertilizantes microbianos se encuentre disponible en la web y en dispositivos móviles?*



**PD6. ¿Considera usted, útil que la solución de BI de datos del uso de biofertilizantes microbianos se encuentre disponible en la web y en dispositivos móviles?**

**PD6. ¿Considera usted, útil que la solución de BI de datos del uso de biofertilizantes microbianos se encuentre disponible en la web y en dispositivos móviles?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	1	3,3	3,3	3,3
	Si	29	96,7	96,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

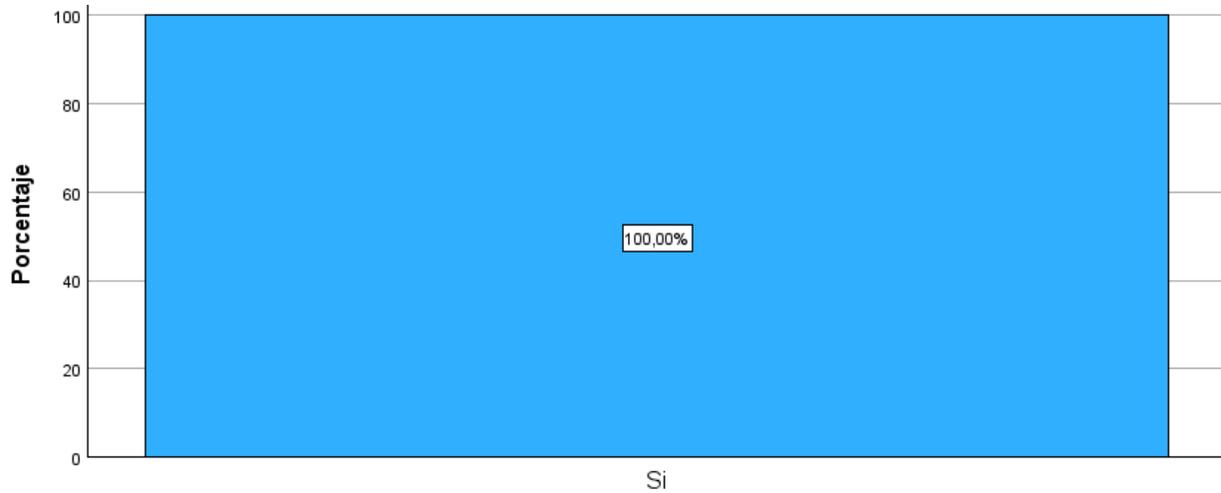
*Nota: En la Figura se presenta el analisis de PD6. Fuente: Propia*

Al analizar la información presente en la Figura 160 correspondiente a la pregunta PD6, los resultados muestran que el 96,7% de los encuestados respondieron de manera afirmativa, mientras que el 3,3 % respondieron de manera negativa. Estos resultados indican que existe una preferencia por la accesibilidad y la disponibilidad de la solución de BI en la plataforma web y

dispositivos móviles, permitiendo que los usuarios finales puedan acceder a la información y tomar decisiones en cualquier momento y lugar.

**Figura 157**

*PD7. ¿Estaría usted, dispuesto a usar una solución de BI que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos?*



**PD7. ¿Estaría usted, dispuesto a usar una solución de BI que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos?**

**PD7. ¿Estaría usted, dispuesto a usar una solución de BI que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos?**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Si	30	100,0	100,0	100,0

*Nota: En la Figura se presenta el analisis de PD7. Fuente: Propia*

Al analizar la información presente en la Figura 161 correspondiente a la pregunta PD7, los resultados muestran que el 100% de los encuestados respondió afirmativamente en usar una

solución de BI. Esto indica una aceptación completa y un interés unánime en mejorar el análisis de datos mediante tecnologías avanzadas.

### **3.2.3. Tercera Sección: Valoración de Cumplimiento de la Solución de Business Intelligence (BI).**

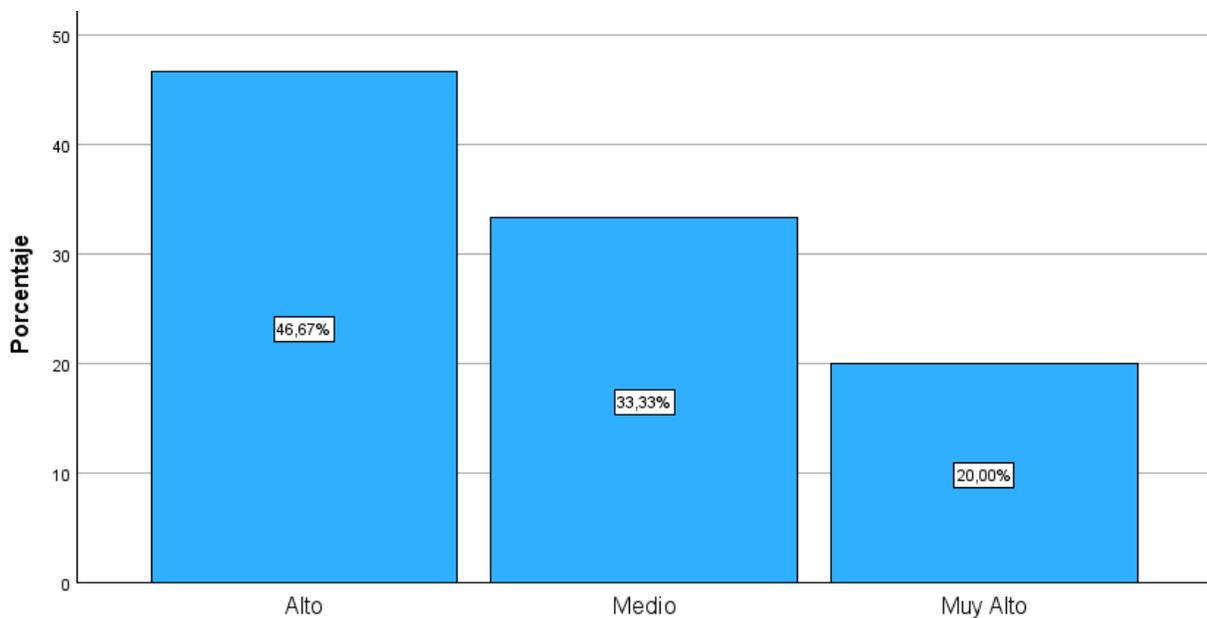
**PV1. ¿Cuál considera que es el nivel de cumplimiento de los siguientes requerimientos de usuario?**

Mediante esta pregunta se busca evaluar el nivel de cumplimiento de diversos requerimientos mediante las historias de usuario desarrolladas. Este tipo de evaluación es fundamental para determinar en qué medida (Nada, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto) la solución de BI satisface las expectativas y necesidades de quienes lo utilizan. Analizar estos niveles de cumplimiento permite identificar tanto los puntos fuertes como las áreas que necesitan mejoras, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones informadas.

#### **Análisis e Interpretación**

#### **Figura 158**

*HUI. Diseño de un dashboard de inicio para la navegación entre los diferentes dashboard*



**HU1. Diseño de un dashboard de inicio para la navegación entre los diferentes dashboard.**

**HU1. Diseño de un dashboard de inicio para la navegación entre los diferentes dashboard.**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	14	46,7	46,7	46,7
	Medio	10	33,3	33,3	80,0
	Muy Alto	6	20,0	20,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

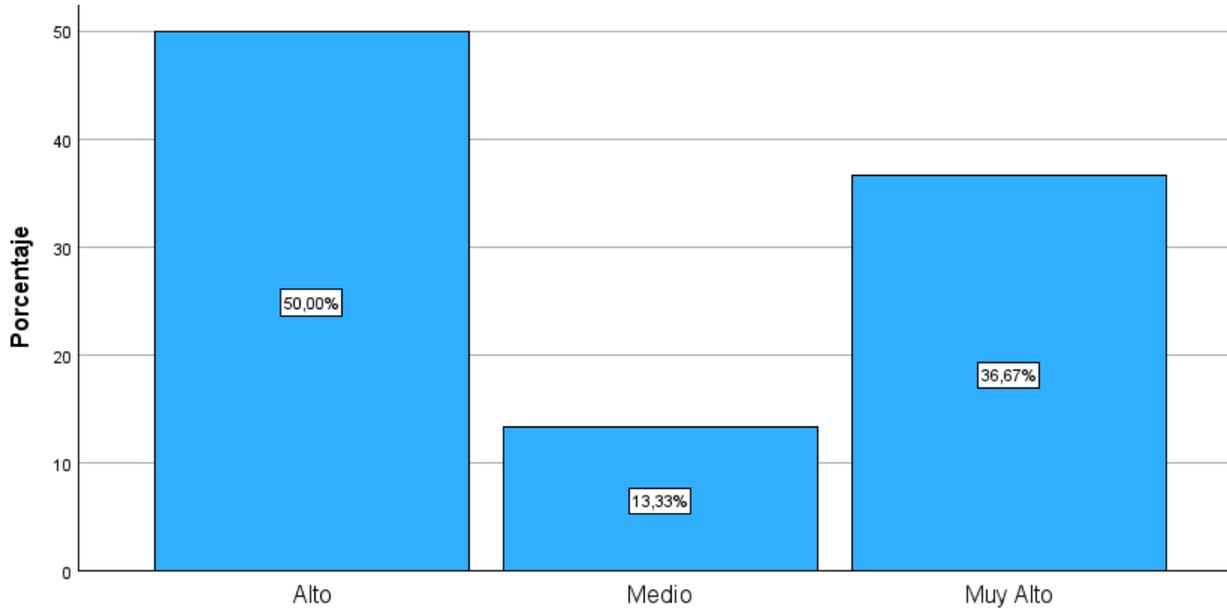
*Nota:* En la Figura se presenta el análisis de HU1. Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 162, correspondiente a la pregunta HU1, los resultados muestran que el 46,7% y el 20% de los encuestados consideran que el diseño del dashboard de inicio para la navegación entre los diferentes dashboards tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto indica que más de la mitad de los encuestados encuentra el diseño muy adecuado para su uso, cumpliendo además con las expectativas establecidas en los requisitos previos. Sin embargo, el 33,3% restante valora el diseño como medio, lo que revela que, aunque es funcional, existe oportunidad para mejoras adicionales en la navegación,

haciendo énfasis en una interfaz más intuitiva y accesible sin la necesidad de instrucciones establecidas.

**Figura 159**

*HU2. Diseño de un dashboard que presente la información importante de los articulo científicos obtenidos*



**HU2. Diseño de un dashboard que presente la información importante de los articulo científicos obtenidos.**

**HU2. Diseño de un dashboard que presente la información importante de los articulo científicos obtenidos.**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	15	50,0	50,0	50,0
	Medio	4	13,3	13,3	63,3
	Muy Alto	11	36,7	36,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

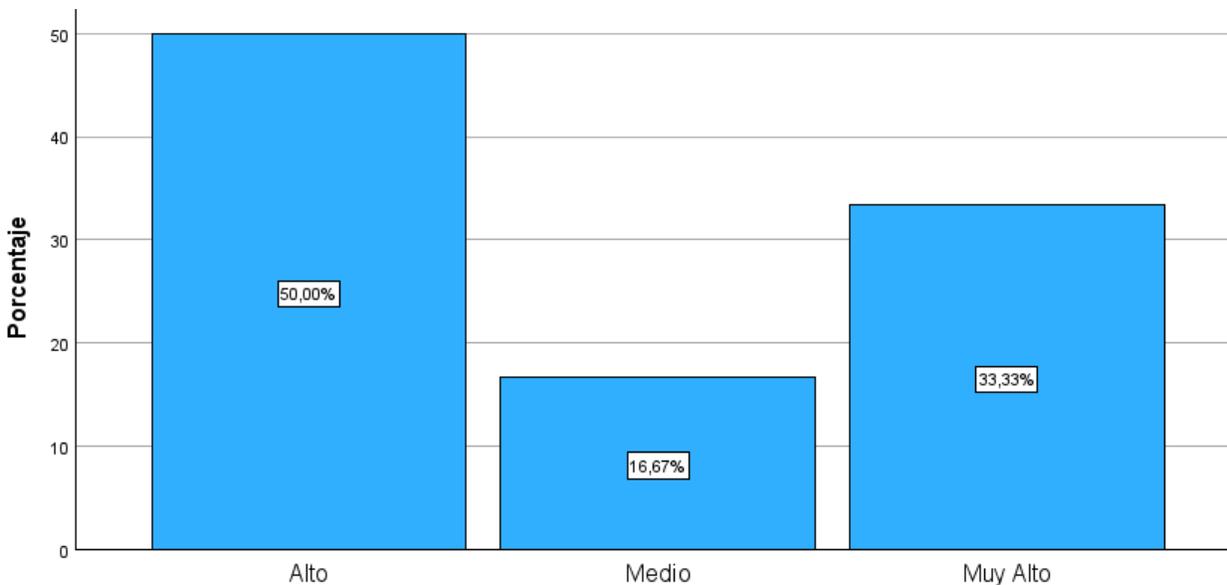
*Nota:* En la Figura se presenta el analisis de HU2. Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 163, correspondiente a la pregunta HU2, los resultados muestran que el 50% y el 36,7% de los encuestados consideran que el diseño del

dashboard que presenta información importante de los artículos científicos tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto sugiere que más de la mitad de los encuestados encuentran el dashboard útil para presentar información relevante, cumpliendo además con las expectativas establecidas en los requisitos previos. Sin embargo, el 18,8% restante lo valora como medio. Estos resultados indican que, si bien el diseño es efectivo, aún hay margen para mejorar, tal cómo se presenta la información científica sobre el uso de biofertilizantes microbianos.

### Figura 160

*HU3. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la gestión de la selección de artículos científicos*



**HU3. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la gestión de la selección de artículos científicos.**

**HU3. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la gestión de la selección de artículos científicos.**

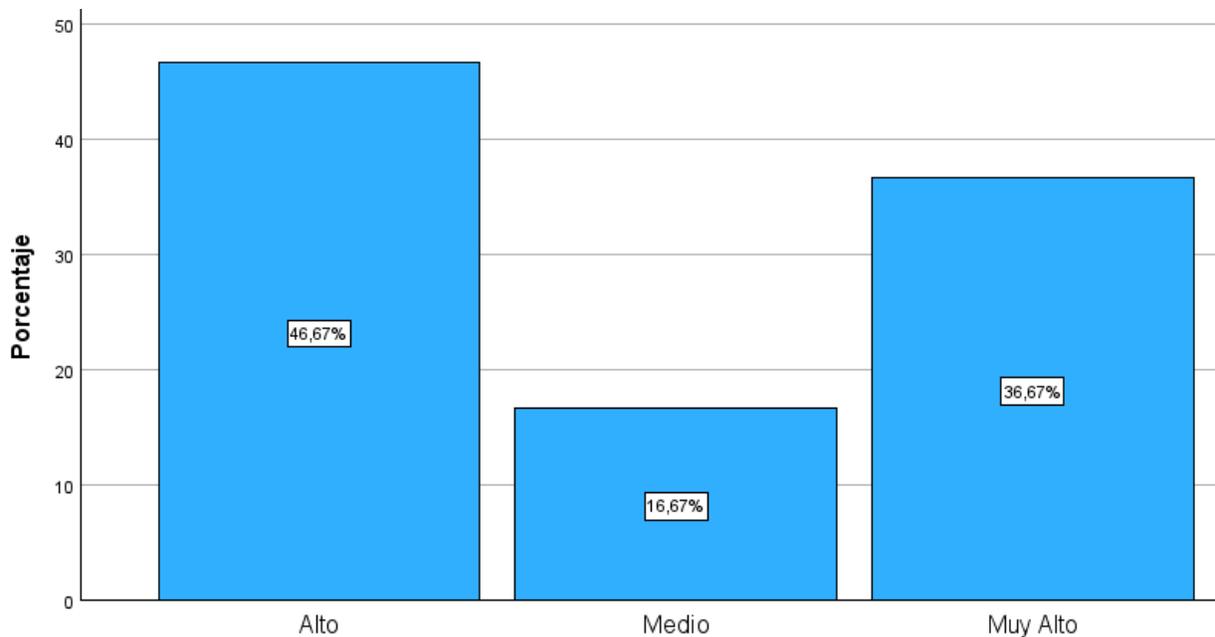
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	15	50,0	50,0	50,0
	Medio	5	16,7	16,7	66,7
	Muy Alto	10	33,3	33,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

*Nota:* En la Figura se presenta el análisis de HU3. Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 164, correspondiente a la pregunta HU3, los resultados muestran que el 50% y el 33,3% de los encuestados consideran que el diseño tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto indica que más del 80% de los encuestados opina positivamente sobre este diseño y uso, presentando la información de manera clara y concisa, cumpliendo además con las expectativas establecidas en los requisitos previos. Sin embargo, el 16,7% restante lo valora como medio. Esto sugiere que, si bien el diseño es efectivo y eficaz, aún existe un margen de mejora en ciertos aspectos que podrían aumentar aún más su aceptación.

**Figura 161**

*HU4. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los artículos analizados*



**HU4. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los artículos analizados.**

**HU4. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los artículos analizados.**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	14	46,7	46,7	46,7
	Medio	5	16,7	16,7	63,3
	Muy Alto	11	36,7	36,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

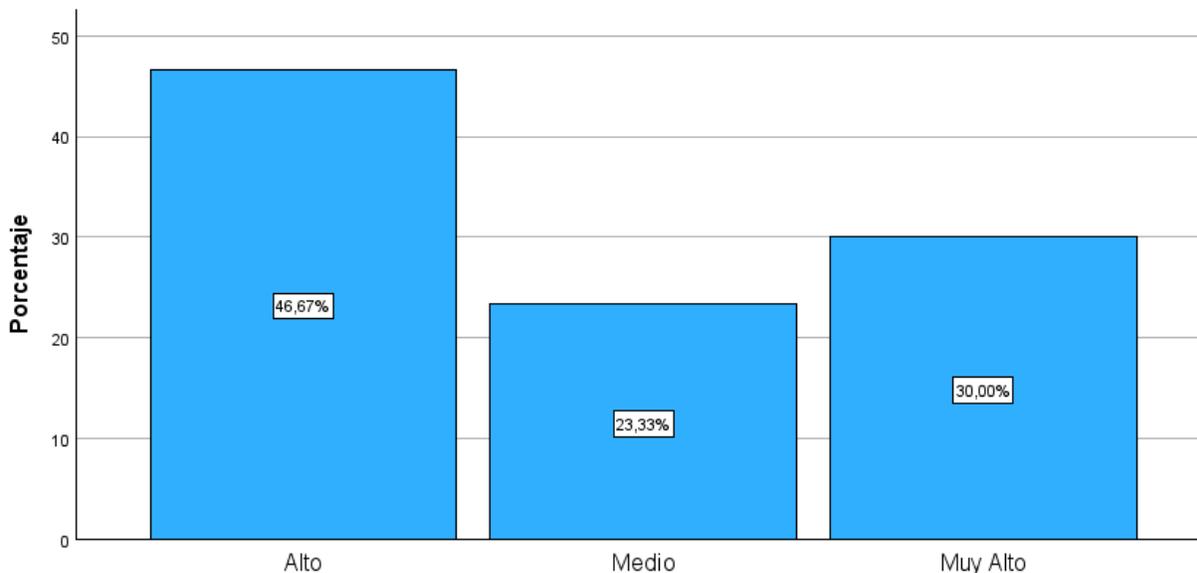
*Nota: En la Figura se presenta el análisis de HU4. Fuente: Propia*

Al analizar la información de la Figura 165, correspondiente a la pregunta HU4, los resultados muestran que el 46,7% y el 36,7% de los encuestados consideran que el diseño del dashboard que presenta información sobre los artículos analizados tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto sugiere que más de la mitad de los encuestados encuentra el diseño adecuado para su uso ya que presenta la información correspondiente de manera clara y concisa, cumpliendo además con las expectativas establecidas en los requisitos previos. Sin embargo, el

16,7% restante considera que hay espacio para hacer ajustes que podrían aumentar su efectividad y utilidad en la presentación de la información analizada.

**Figura 162**

*HU5. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los efectos en cultivos aplicando los biofertilizantes microbianos*



**HU5. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los efectos en cultivos aplicando los biofertilizantes microbianos**

**HU5. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los efectos en cultivos aplicando los biofertilizantes microbianos**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	14	46,7	46,7	46,7
	Medio	7	23,3	23,3	70,0
	Muy Alto	9	30,0	30,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

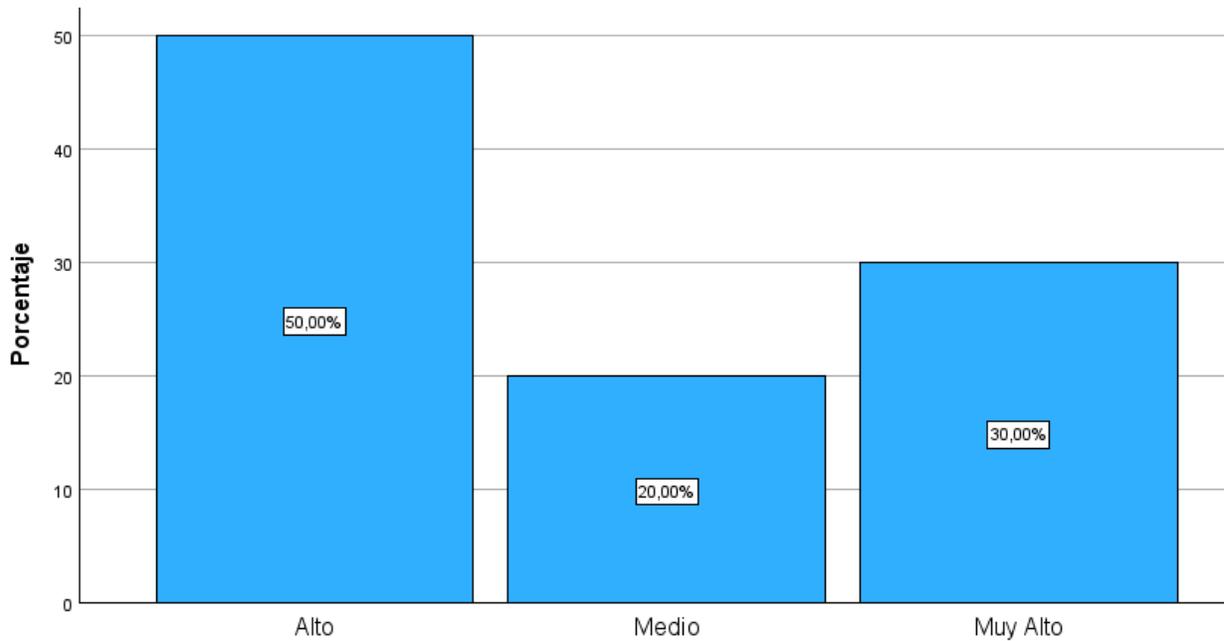
*Nota:* En la Figura se presenta el análisis de HU5. Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 166, correspondiente a la pregunta HU5, los resultados muestran que el 46,7% y el 30% de los encuestados consideran que el diseño de un

dashboard tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto indica una valoración positiva y aceptación por parte de la mayoría de los encuestados sobre su diseño y uso, cumpliendo además con las expectativas establecidas en los requisitos previos. Sin embargo, el 23,3% restante lo valora como medio, lo que sugiere que ciertos aspectos visuales y funcionales del dashboard podrían mejorarse para optimizar la experiencia del usuario y la claridad de la información presentada.

**Figura 163**

*HU6. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los análisis de clúster*



**HU6. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los análisis de clúster.**

**HU6. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los análisis de clúster.**

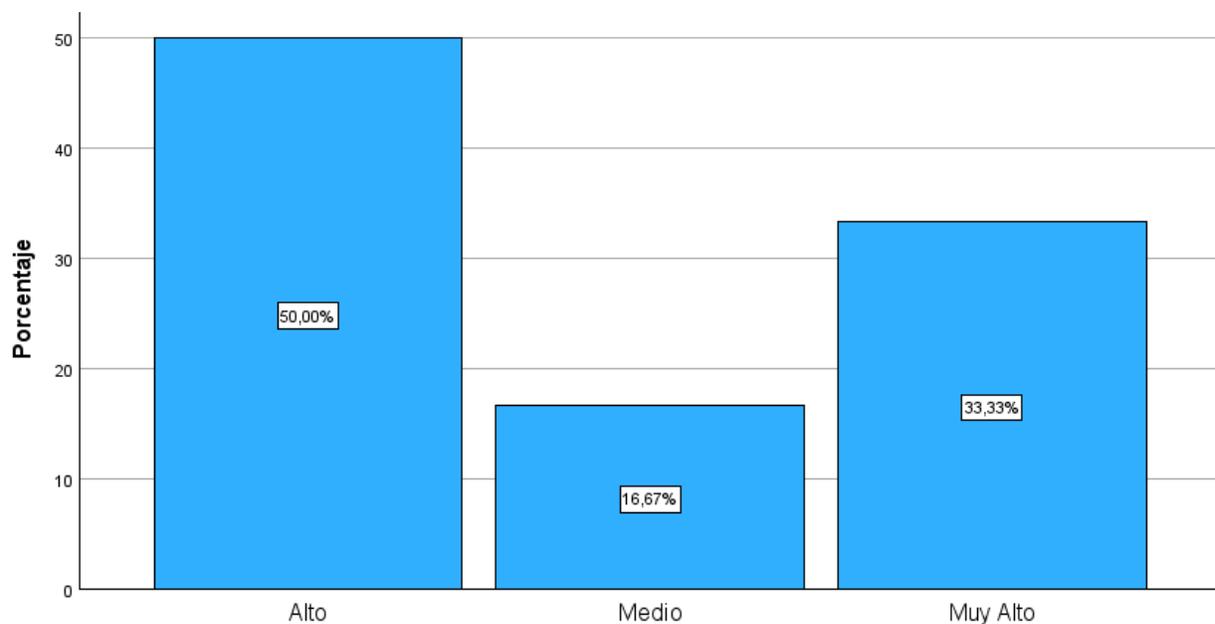
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	15	50,0	50,0	50,0
	Medio	6	20,0	20,0	70,0
	Muy Alto	9	30,0	30,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

*Nota:* En la Figura se presenta el análisis de HU6. Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 167, correspondiente a la pregunta HU6, los resultados muestran que el 50% y el 30% de los encuestados consideran que el diseño del dashboard que presenta información sobre los análisis de clúster tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto indica una alta aceptación de este diseño por parte de la mayoría de los encuestados. Sin embargo, el 20% que lo valora como medio señala que aún podrían realizarse mejoras para hacerlo más intuitivo o informativo.

### **Figura 164**

*HU7. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la taxonomía microbiana*



**HU7. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la taxonomía microbiana.**

**HU7. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la taxonomía microbiana.**

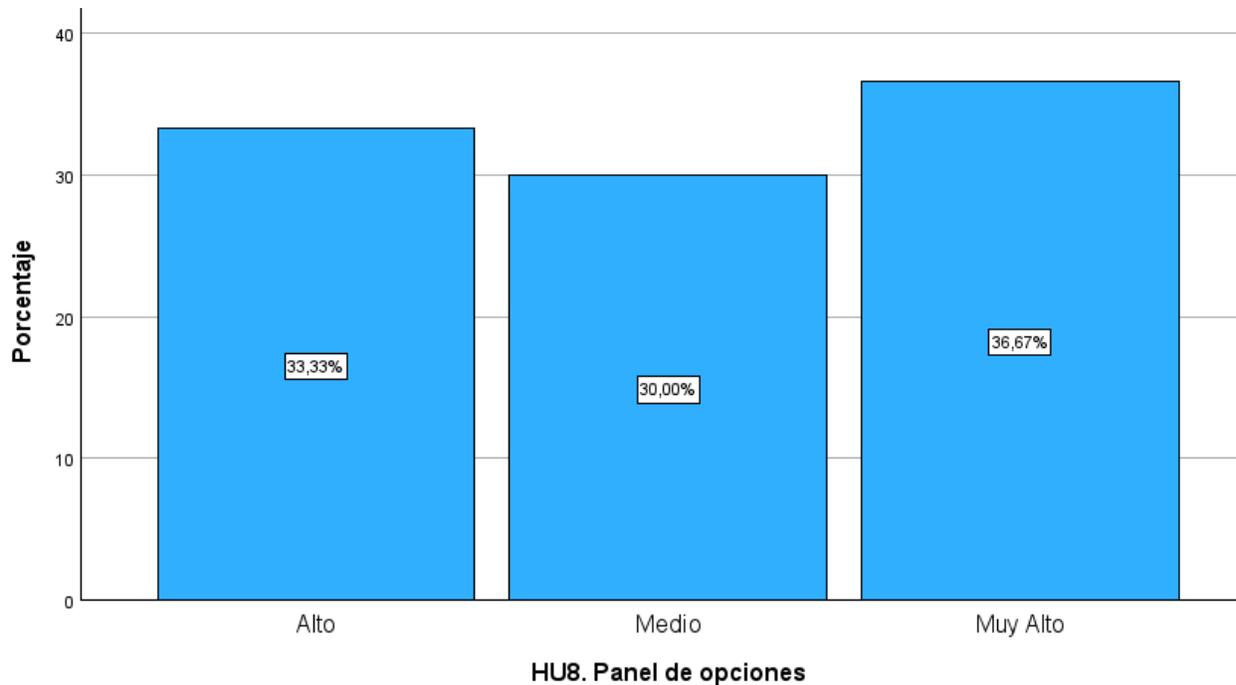
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	15	50,0	50,0	50,0
	Medio	5	16,7	16,7	66,7
	Muy Alto	10	33,3	33,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

*Nota: En la Figura se presenta el análisis de HU7. Fuente: Propia*

Al analizar la información de la Figura 168, correspondiente a la pregunta HU7, los resultados muestran que el 50% y el 33,3% de los encuestados consideran que el diseño de un dashboard que presenta información sobre la taxonomía microbiana tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Estos resultados reflejan que más del 80% de los encuestados presenta una alta valoración del diseño, considerándolo útil y eficaz en la presentación de la información, cumpliendo además con las expectativas establecidas en los requisitos previos. Sin embargo, el 16,3% de los encuestados que lo valoran como medio indican la presencia de mejoras adicionales que podrían aumentar su nivel de aceptación en relación con su diseño y presentación de la información.

**Figura 165**

*HU8. Panel de opciones*



**HU8. Panel de opciones**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	10	33,3	33,3	33,3
	Medio	9	30,0	30,0	63,3
	Muy Alto	11	36,7	36,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

*Nota: En la Figura se presenta el análisis de HU8. Fuente: Propia*

Al analizar la información de la Figura 169, correspondiente a la pregunta HU8, los resultados muestran que el 33,3% y el 36,7% de los encuestados consideran que el diseño de un panel de opciones tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto indica que más de la mitad de los encuestados tienen una aceptación positiva del diseño, considerándolo adecuado en su uso cumpliendo además con las expectativas establecidas en los requisitos previos. Sin

embargo, un 30% de los encuestados que lo valoran como medio sugieren que hacer el panel de opciones más intuitivo, funcional y con iconos más grandes podría aumentar su efectividad y satisfacer mejor las necesidades de los usuarios.

### Análisis Descriptivo de PV1

Como se observó, se analizaron cada pregunta del PV1, usando el programa SPSS. Se realizó la Figura 170 donde se presenta un análisis completo de estadística descriptiva mediante:

- **Las medidas de tendencia central:** Media, Mediana y Moda que indican el valor promedio, el valor central y el valor más frecuente de un conjunto de datos, respectivamente.
- **Las medidas de dispersión:** desviación estándar y varianza que muestra cuanto se distribuye los datos alrededor de la media y proporcionan una idea de la variabilidad y consistencia de un conjunto de datos.

### Figura 166

*Resultado del analisis estadistico descriptivo PV1*

		Estadísticos							
		HU1. Diseño de un dashboard de inicio para la navegación entre los diferentes dashboard.	HU2. Diseño de un dashboard que presente la información importante de los articulo científicos obtenidos.	HU3. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la gestión de la selección de artículos científicos.	HU4. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los artículos analizados.	HU5. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los efectos en cultivos aplicando los biofertilizantes microbianos	HU6. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los análisis de clúster.	HU7. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la taxonomía microbiana.	HU8. Panel de opciones
N	Válido	30	30	30	30	30	30	30	30
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		2,87	3,23	3,17	3,20	3,07	3,10	3,17	3,07
Mediana		3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Moda		3	3	3	3	3	3	3	4
Desv. estándar		,730	,679	,699	,714	,740	,712	,699	,828
Varianza		,533	,461	,489	,510	,547	,507	,489	,685

*Nota:* En la Figura se presenta el resultado del analisis estadístico descriptivo de las preguntas que componen PV1. Fuente: Propia

Un punto por considerar inicialmente para realizar este análisis descriptivo con la herramienta SPSS es el intercambio de variables en las preguntas de decisión. En la Figura 171 se presenta el intercambio realizado

**Figura 167**

*Variables de Intercambio*

Antigua Variable	Nueva Variable
Nada	0
Bajo	1
Medio	2
Alto	3
Muy Alto	4

*Nota:* En la Figura se presenta el intercambio de valores en las preguntas que componen PV1.

Fuente: Propia

Con la información dentro de las Figuras 170 y 171, se puede interpretar que:

- **Media:** En la historia de usuario 1 presentan un promedio de 2 (Medio) en el nivel de cumplimiento de los requisitos. Esto significa que, en esta historia, el cumplimiento de los requisitos es intermedio. Por otro lado, las historias de usuario 2, 3, 4,5, 6, 7 y 8 muestran un promedio de 3 (Alto), lo que indica que el cumplimiento de los requisitos es alto en estas historias y cumplen con los requisitos establecidos de manera satisfactoria
- **Mediana:** La mediana en todas las historias de usuario es 3, lo que significa que el valor central es "Alto", indicando que al menos la mitad de los encuestados consideran que el cumplimiento de los requisitos es alto o muy alto, mientras que la otra mitad opina que el cumplimiento es medio, bajo o nada. Considera que las historias de usuario cumplen adecuadamente con las expectativas esperadas.

- **Moda:** La moda, que es el valor que más se repite en los datos, es 3, sugiere que "Alto" es la respuesta más común entre las evaluaciones del cumplimiento de los requisitos, siendo el valor más frecuentemente seleccionado y evaluadas positivamente, por los encuestados a excepción de HU8 que presenta una moda de 4 en comparación con el resto, es decir destaca significativamente, lo que indica que son consideradas especialmente buenas
- **Desviación Estándar:** La desviación estándar en relación con el cumplimiento de los requisitos varía entre 0,679 y 0,828. indica que la variabilidad en las percepciones no es extremadamente amplia. Sin embargo, hay suficientes diferencias para notar que algunas historias de usuario son vistas de manera más uniforme mientras que otras generan opiniones más divididas.
- **Varianza:** La varianza, que mide la dispersión de los datos respecto a la media, está entre 0,461 y 0,685, la diferencia no es extremadamente amplia si no moderada, lo que indica que la variabilidad en las percepciones es relativamente controlada. Hay suficiente diferencia como para notar que algunas historias de usuario se ven de manera más uniforme y otras generan opiniones más divididas.

En general, los datos muestran que el valor en el cumplimiento de las historias de usuario es alto. La mayoría de los encuestados consideran que las historias de usuario son adecuadas y cumplen con las expectativas. Aunque hay algunas variaciones en la percepción, con un par de historias de usuario sobresaliendo más que otras, el consenso general es positivo.

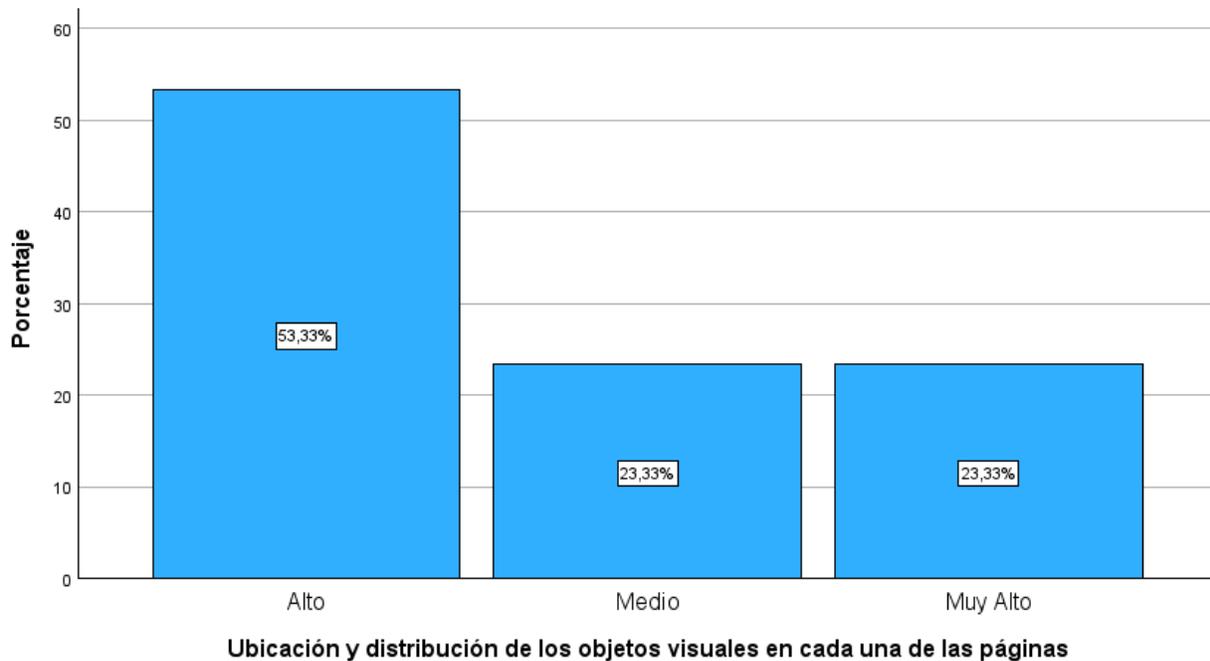
**PV2. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con la visualización de la solución de BI?**

Esta parte se orienta a medir el nivel de satisfacción de los usuarios con respecto a diversas variables vinculadas a la visualización de una solución de BI. Al evaluar la satisfacción es crucial para entender cómo los usuarios perciben la efectividad y utilidad de las herramientas de análisis y visualización de datos. Además, este análisis permite identificar aspectos positivos y áreas de mejora, facilitando la optimización de las soluciones de BI para que sean más intuitivas, informativas y alineadas con las expectativas de los usuarios

**Análisis e Interpretación**

**Figura 168**

*Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas*



**Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	16	53,3	53,3	53,3
	Medio	7	23,3	23,3	76,7
	Muy Alto	7	23,3	23,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

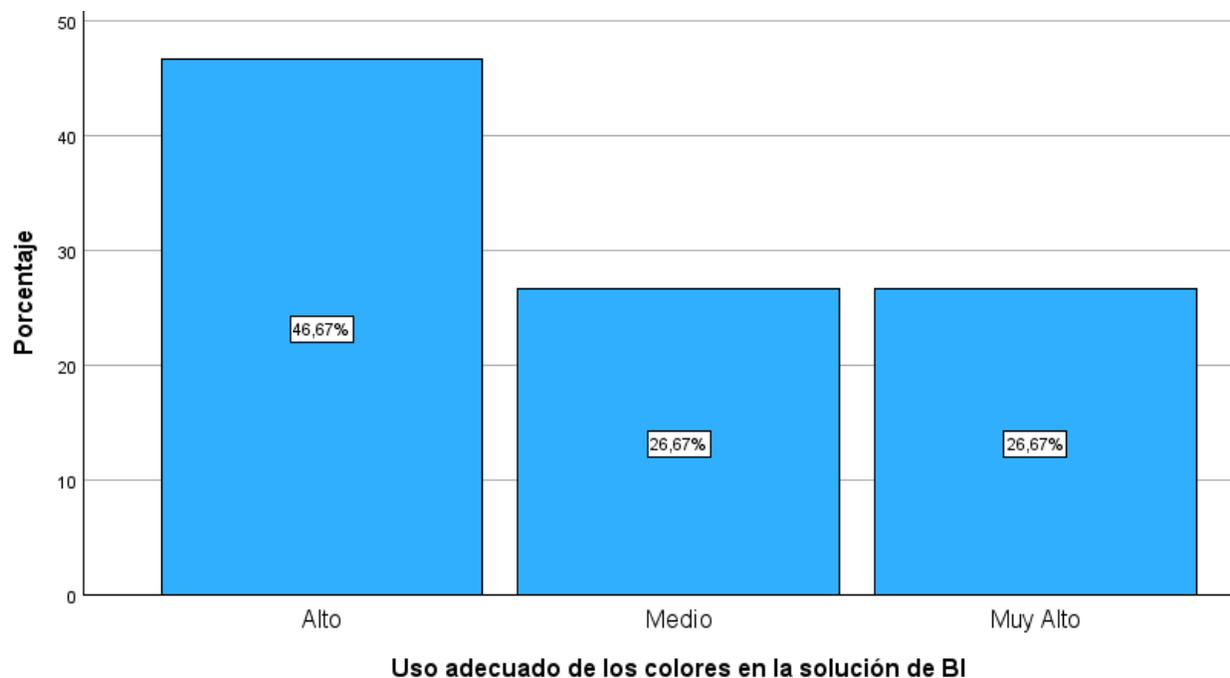
*Nota:* En la Figura se presenta el análisis de la ubicación y distribución de los objetos visuales.

Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 172, los resultados muestran que el 53,3% y el 23,3% de los encuestados consideran que la distribución de objetos visuales tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto indica que más de la mitad de los encuestados encuentra la distribución muy adecuada para presentar la información sobre el uso de biofertilizantes microbianos, cumpliendo con las expectativas esperadas. Sin embargo, el 23,3% restante considera que tiene un valor medio. Esta opinión sugiere que existen áreas que se pueden optimizar dentro de la distribución de los objetos visuales, lo cual podría mejorar significativamente la experiencia del usuario y la claridad de la información presentada.

**Figura 169**

*Uso adecuado de los colores en la solución de BI*



**Uso adecuado de los colores en la solución de BI**

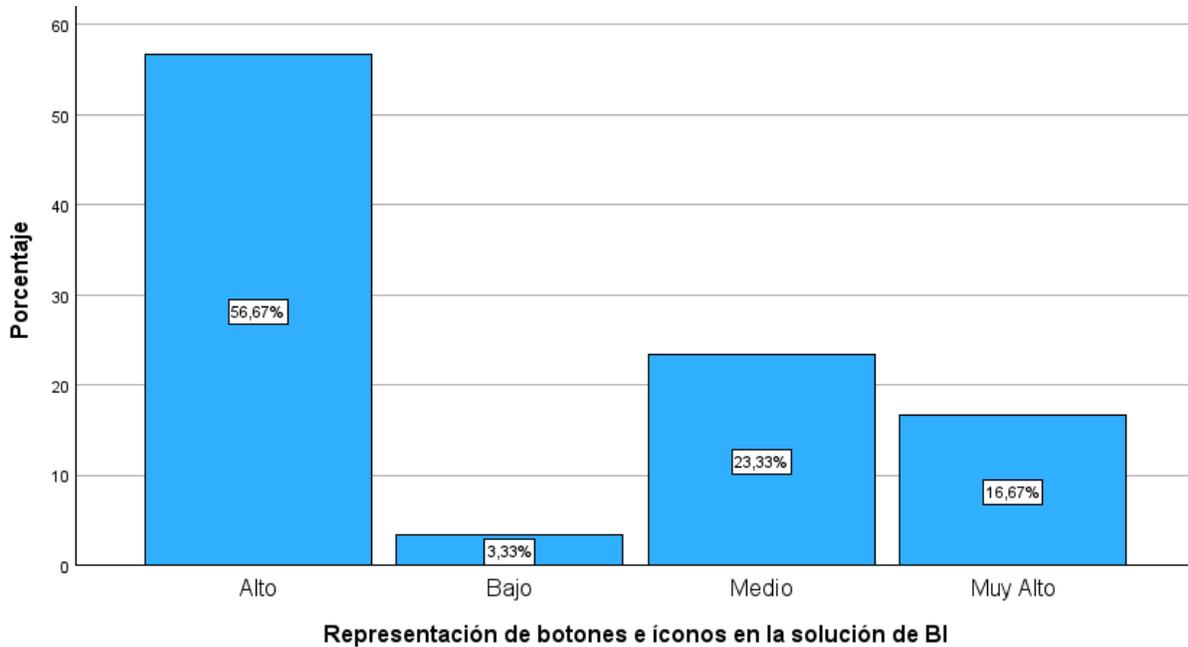
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	14	46,7	46,7	46,7
	Medio	8	26,7	26,7	73,3
	Muy Alto	8	26,7	26,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

*Nota:* En la Figura se presenta el análisis del uso adecuado de colores. Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 173, los resultados muestran que el 46,7% y el 26,7% de los encuestados consideran que el uso adecuado de los colores en la solución de BI tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto indica que más de la mitad de los encuestados percibe una correcta y adecuada aplicación de los colores. Sin embargo, el 26,7% lo considera de valor medio. Este resultado sugiere que hay margen para mejorar en la utilización de colores, especialmente mejorando la coherencia dentro de la paleta de colores. Esto podría aumentar la eficacia del dashboard en la comunicación de información de manera clara y atractiva, mejorando así la experiencia del usuario.

**Figura 170**

*Representación de botones e íconos en la solución de BI*



**Representación de botones e íconos en la solución de BI**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	17	56,7	56,7	56,7
	Bajo	1	3,3	3,3	60,0
	Medio	7	23,3	23,3	83,3
	Muy Alto	5	16,7	16,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

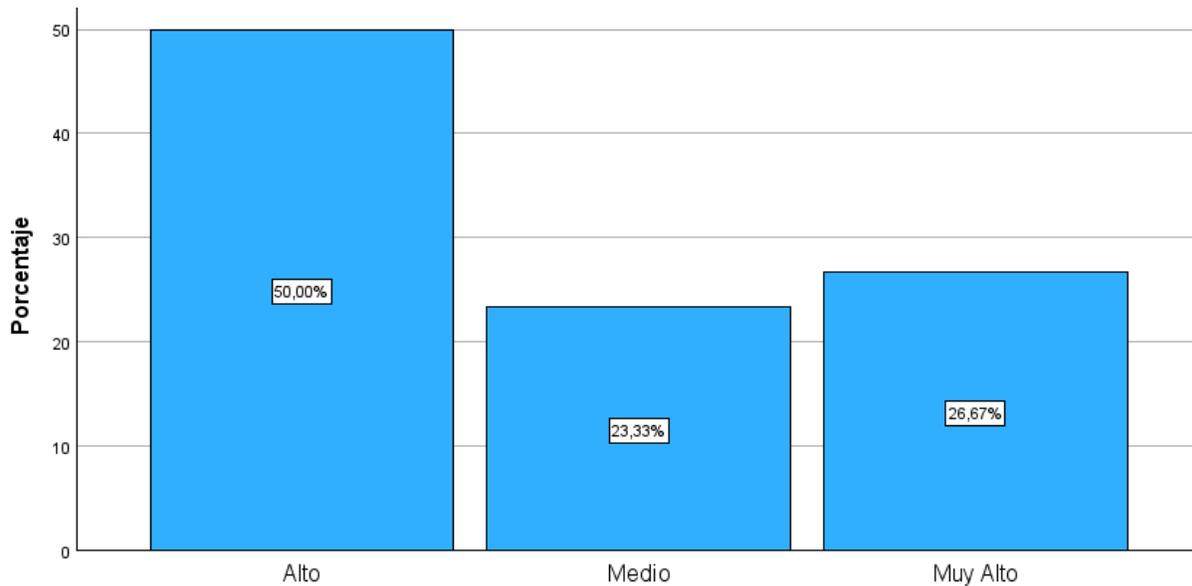
*Nota:* En la Figura se presenta el análisis de la representación de botones e iconos en la solución de BI. Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 174, los resultados muestran que el 56,7% y el 16,7% de los encuestados consideran que la presentación de los botones dentro del diseño tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto indica que más de la mitad de los encuestados percibe la distribución de los botones e íconos como muy adecuada dentro de los informes de la

solución de BI, cumpliendo con las expectativas esperadas. Sin embargo, el 23,3% la considera con un valor medio, y un pequeño porcentaje del 3,3% lo considera bajo. Estos resultados sugieren que hay una fracción minoritaria de encuestados que no encuentra adecuada esta presentación, lo que señala la necesidad de optimizar los botones e íconos para que sean más intuitivos y fáciles de usar.

**Figura 171**

*Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas*



**Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas**

**Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	15	50,0	50,0	50,0
	Medio	7	23,3	23,3	73,3
	Muy Alto	8	26,7	26,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

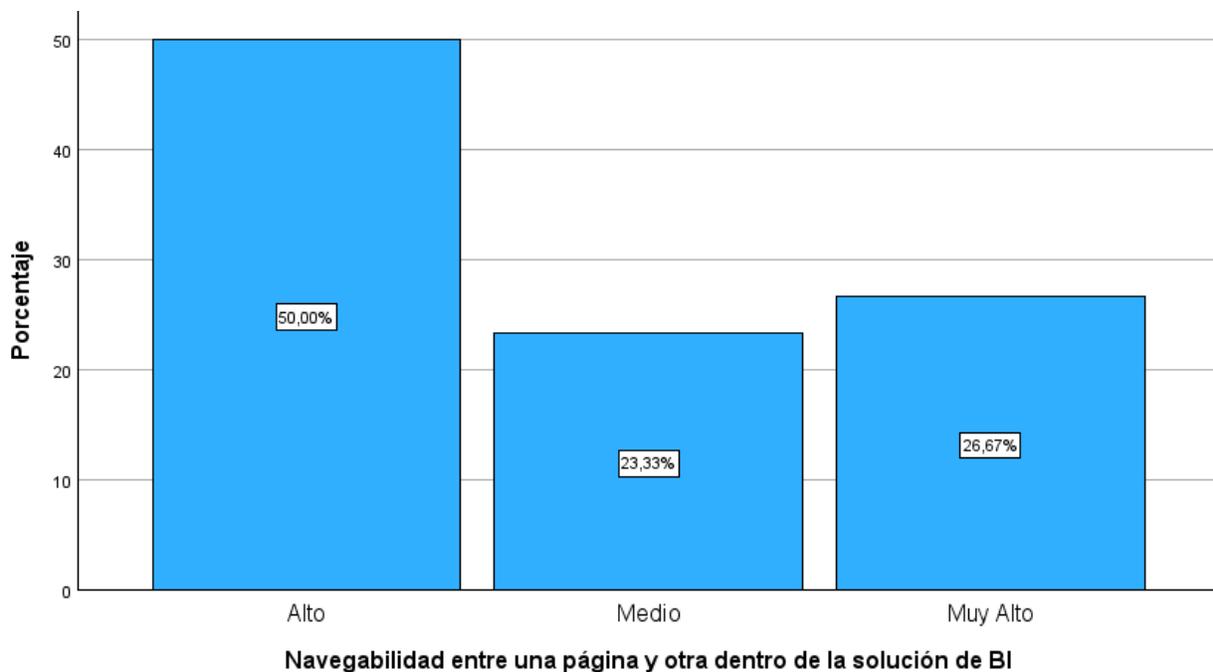
*Nota:* En la Figura se presenta el análisis de la representación de textos en título y leyenda.

Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 175, los resultados muestran que el 50% y el 26,7% de los encuestados consideran que la presentación de texto en títulos y leyendas tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto indica que más del 70% de los encuestados valora positivamente la presentación de textos para mostrar la información sobre el uso de biofertilizantes microbianos, cumpliendo con las expectativas esperadas. Sin embargo, el 23,3% la considera de valor medio. Esto sugiere la necesidad de mejorar la claridad y la coherencia de los textos y leyendas para identificar y comunicar la información importante, facilitando así la comprensión de los textos por parte de los usuarios.

### **Figura 172**

*Navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI*



### Navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI

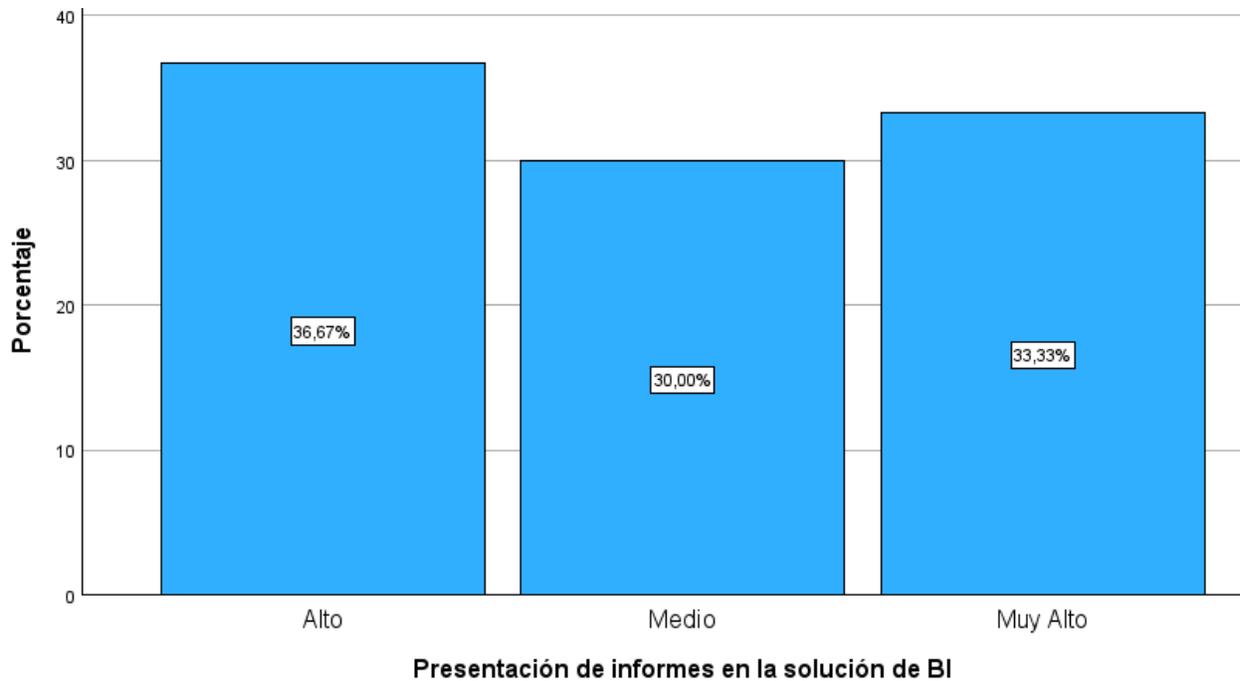
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	15	50,0	50,0	50,0
	Medio	7	23,3	23,3	73,3
	Muy Alto	8	26,7	26,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

*Nota:* En la Figura se presenta el análisis de la navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 176, los resultados muestran que el 50% y el 26,7% de los encuestados consideran que la navegabilidad entre páginas dentro de la solución de BI tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto indica que más de la mitad de los encuestados valora positivamente la navegabilidad, encontrándola muy efectiva para moverse entre los diferentes informes sobre el uso de biofertilizantes microbianos, cumpliendo con las expectativas esperadas. Sin embargo, el 23,3% la considera de valor medio. Estas opiniones sugieren la necesidad de mejorar la fluidez y la interacción de la navegación, facilitando el acceso a la información dentro de los dashboards y aumentando así la satisfacción del usuario.

**Figura 173**

*Presentación de informes en la solución de BI*



**Presentación de informes en la solución de BI**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	11	36,7	36,7	36,7
	Medio	9	30,0	30,0	66,7
	Muy Alto	10	33,3	33,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

*Nota:* En la Figura se presenta el análisis de la presentación de informes en la solución de BI

Fuente: Propia

Al analizar la información de la Figura 177, los resultados muestran que el 36,7% y el 23,3% de los encuestados consideran que la presentación de informes en la solución de BI tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto indica que más de la mitad de los encuestados valora positivamente la presentación de informes, ya que permite analizar y visualizar la información de manera clara y concisa, cumpliendo con las expectativas esperadas. Sin embargo,

el 30% la considera de valor medio, lo que sugiere la necesidad de optimizar el formato y la claridad de los informes presentados, mejorando su efectividad para comunicar información relevante y facilitar la toma de decisiones basadas en datos.

## Análisis Descriptivo de PV2

Como se observó, se analizaron las preguntas del PV2. A continuación, en la Figura 178, se presenta un análisis completo de estadística descriptiva igual al descriptivo de PV1.

### Figura 174

*Resultado del analisis estadistico descriptivo PV2*

		Estadísticos					
		Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas	Uso adecuado de los colores en la solución de BI	Representación de botones e íconos en la solución de BI	Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas	Navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI	Presentación de informes en la solución de BI
N	Válido	30	30	30	30	30	30
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media		3,00	3,00	2,87	3,03	3,03	3,03
Mediana		3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Moda		3	3	3	3	3	3
Desv. estándar		,695	,743	,730	,718	,718	,809
Varianza		,483	,552	,533	,516	,516	,654

*Nota:* En la Figura se presenta el resultado del analisis estadístico descriptivo de las preguntas que componen PV2. Fuente: Propia

- **Media:** La media de los datos varía entre 2,87 y 3,03. Esto indica que, en promedio, los valores se sitúan en un nivel medio con respecto al nivel de satisfacción en relación con la visualización de la solución de BI. Una media alrededor de 3 sugiere que la mayoría de

las respuestas tienden a estar en un punto intermedio entre "medio" y "alto", indicando una percepción generalmente positiva, pero con margen para mejoras dentro del mismo.

- **Mediana:** Con una mediana de 3,00 se observa que la mitad de los encuestados considera que el nivel de satisfacción es alto o muy alto. Esto sugiere que las variables de visualización de la solución de BI son bien recibidas por los usuarios, además de que cumplen con los criterios esperados de una buena visualización, mientras que la otra mitad lo evalúa como medio, bajo o nada. Se espera mejorar adicionales en aspectos generales de cada variable que pueden ayudar a elevar la percepción general.
- **Moda:** La moda de los datos indica que "Alto" es la respuesta más frecuente entre las selecciones realizadas por los encuestados. Esto sugiere que la mayoría de los encuestados considera que las variables de visualización cumplen adecuadamente con sus expectativas y necesidades.
- **Desviación estándar:** Con valores que varían entre 0,695 y 0,809, indica que para las variables de visualización de la solución de BI presenta una variabilidad moderada en las evaluaciones, lo que refleja un consenso relativamente alto entre los encuestados. Las percepciones sobre los elementos visuales son en su mayoría uniformes, aunque hay algunas diferencias que sugieren oportunidades para mejoras específicas. En general, las variables de visualización cumplen adecuadamente con las expectativas de los usuarios.
- **Varianza:** La varianza, que oscila entre 0,483 y 0,654, para las variables de visualización de la solución de BI, indica una variabilidad moderada en las evaluaciones, lo que refleja un consenso relativamente alto entre los encuestados. Las percepciones sobre los elementos visuales son en su mayoría uniformes, aunque hay algunas diferencias que

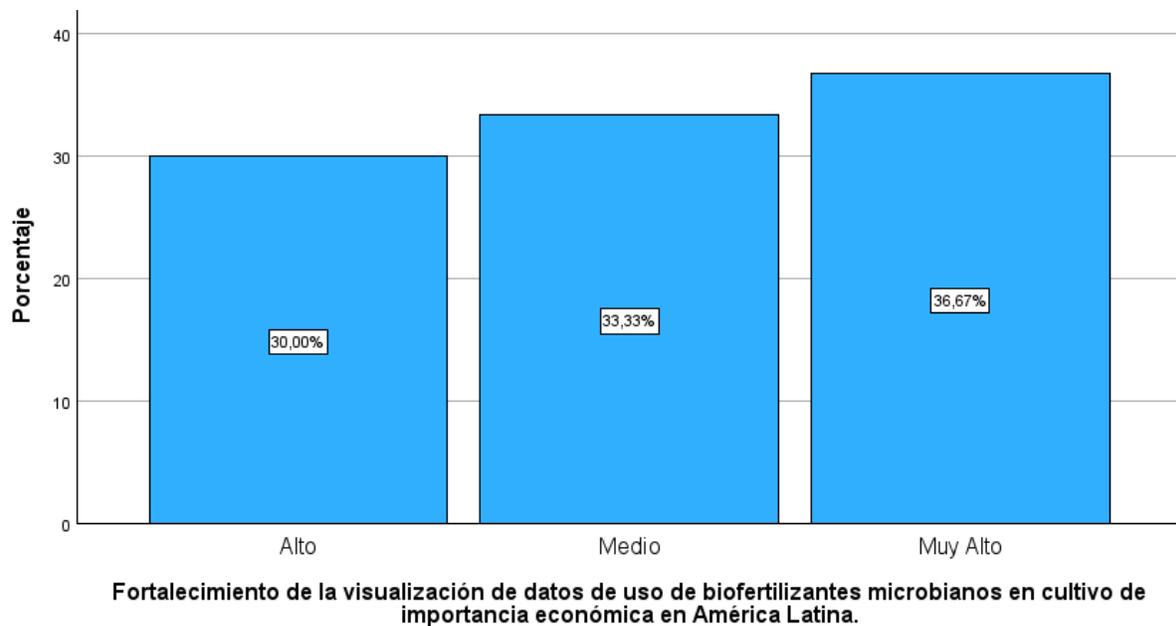
sugieren oportunidades para mejoras específicas. En general, las variables de visualización cumplen adecuadamente con las expectativas de los usuarios.

En general, las variables de visualización de la solución de BI son bien recibidas por los usuarios, cumpliendo con sus expectativas y facilitando la interpretación de la información sobre el uso de biofertilizantes microbianos. Sin embargo, también sugiere áreas específicas para mejorar, como la claridad en la presentación de informes, la navegabilidad entre páginas y el uso adecuado de colores e íconos. Mejorando estos aspectos puede aumentar la satisfacción general de los usuarios, sino también mejorar la eficacia en la comunicación de información.

**PV3. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con el cumplimiento de los objetivos de la solución?**

**Figura 175**

*Fortalecimiento de la visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina*



**Fortalecimiento de la visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina.**

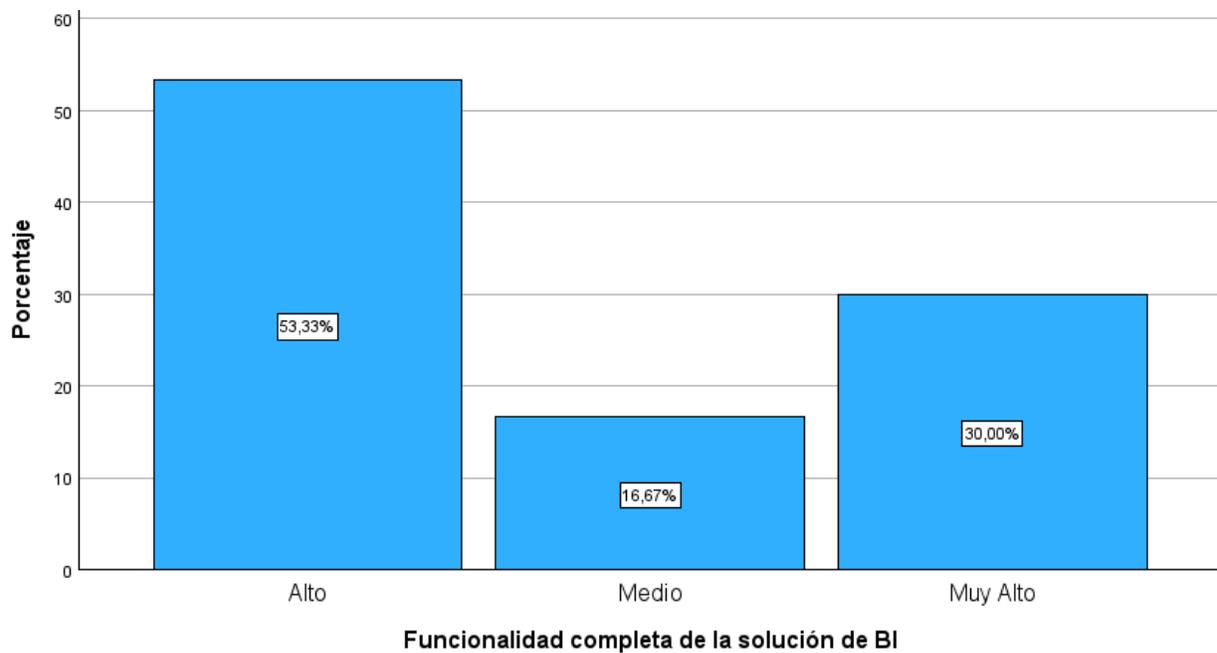
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	9	30,0	30,0	30,0
	Medio	10	33,3	33,3	63,3
	Muy Alto	11	36,7	36,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

*Nota:* En la Figura se presenta el análisis del fortalecimiento de la visualización de datos. Fuente: Propia

Al analizar la información presente en la Figura 179, los resultados muestran que el 30% y el 36,7% de los encuestados consideran que el fortalecimiento de la visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos en cultivos de importancia económica en América Latina tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto indica que más de la mitad de los encuestados presenta un valor positivo de fortalecimiento con respecto a la visualización de datos, ya que permite analizar información de manera clara y concisa, cumpliendo con las expectativas esperadas. Sin embargo, el 33,3% restante lo considera medio, indica que una mejora relevante dentro de la visualización de datos, dando un incrementar significativamente su utilidad y su impacto en la toma de decisiones.

**Figura 176**

*Funcionalidad completa de la solución de BI*



**Funcionalidad completa de la solución de BI**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	16	53,3	53,3	53,3
	Medio	5	16,7	16,7	70,0
	Muy Alto	9	30,0	30,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

*Nota:* En la Figura se presenta el análisis de la funcionalidad completa de la solución de BI.

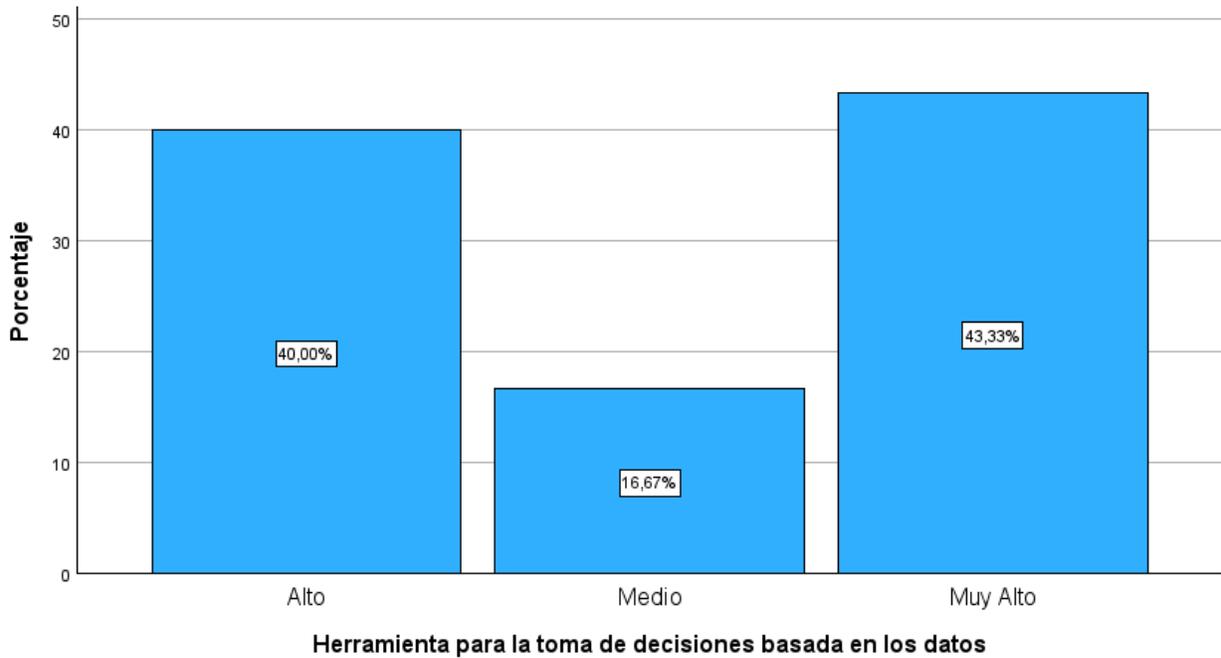
Fuente: Propia

Al analizar la información presente en la Figura 180, los resultados muestran que el 53,3% y el 30% de los encuestados consideran que la funcionalidad completa de la solución de BI tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto indica que más del 80% de los encuestados tiene una valoración muy positiva de la funcionalidad completa de la solución de BI, ya que permite analizar y extraer información importante sobre el uso de biofertilizantes microbianos para tomar

decisiones clave, cumpliendo con las expectativas esperadas. Sin embargo, el 16,7% la considera media, lo que sugiere que hay margen para mejorar la funcionalidad completa de la solución. Una funcionalidad optimizada podría llevar a una opinión aún más favorable por parte de los usuarios que interactúan con la solución de BI.

**Figura 177**

*Herramienta para la toma de decisiones basada en los datos*



**Herramienta para la toma de decisiones basada en los datos**

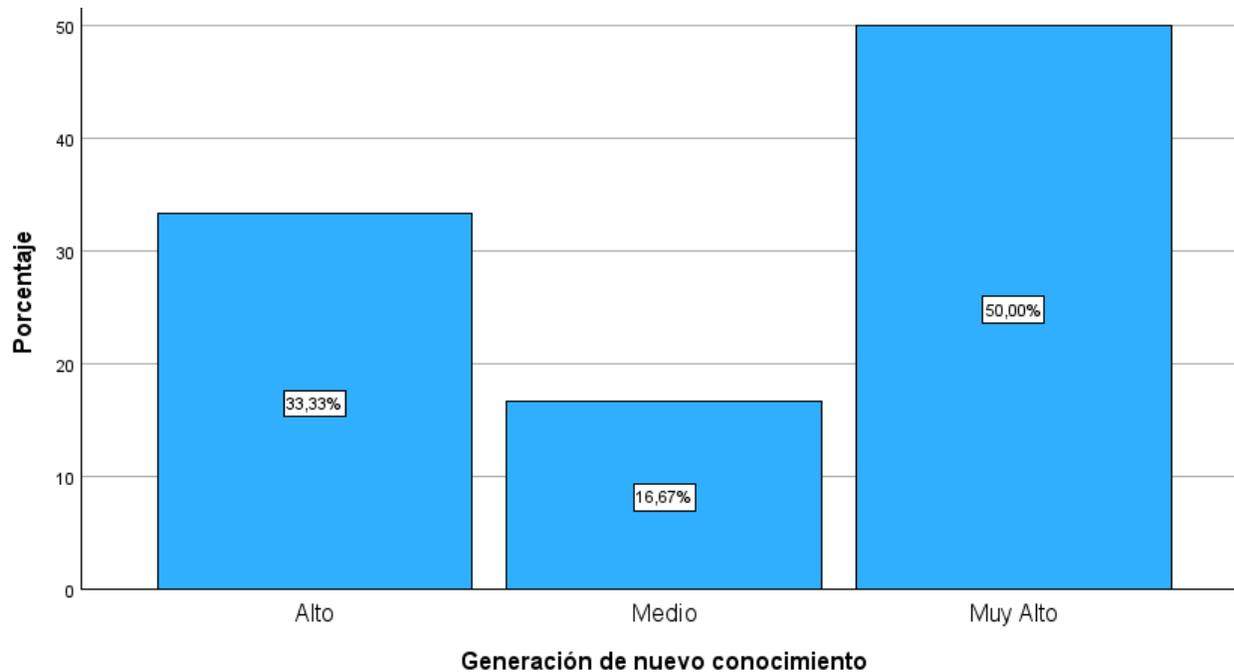
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	12	40,0	40,0	40,0
	Medio	5	16,7	16,7	56,7
	Muy Alto	13	43,3	43,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

*Nota:* En la Figura se presenta el análisis de herramienta para la toma de decisiones basada en datos. Fuente: Propia

Al analizar la información presente en la Figura 181, los resultados muestran que el 40% y el 43,3% de los encuestados consideran que la solución de BI es una herramienta de valor alto y muy alto, respectivamente, para la toma de decisiones basada en datos. Esto indica que más del 80% de los encuestados tienen una valoración mayoritariamente positiva, percibiendo la solución de BI como una herramienta efectiva para analizar, visualizar e interpretar los datos de manera clara, facilitando la toma de decisiones importantes. Sin embargo, el 16,7% la considera media, lo que sugiere que hay margen para mejorar la funcionalidad de la herramienta, haciéndola aún más útil y precisa en la toma de decisiones.

**Figura 178**

*Generación de nuevo conocimiento*



### Generación de nuevo conocimiento

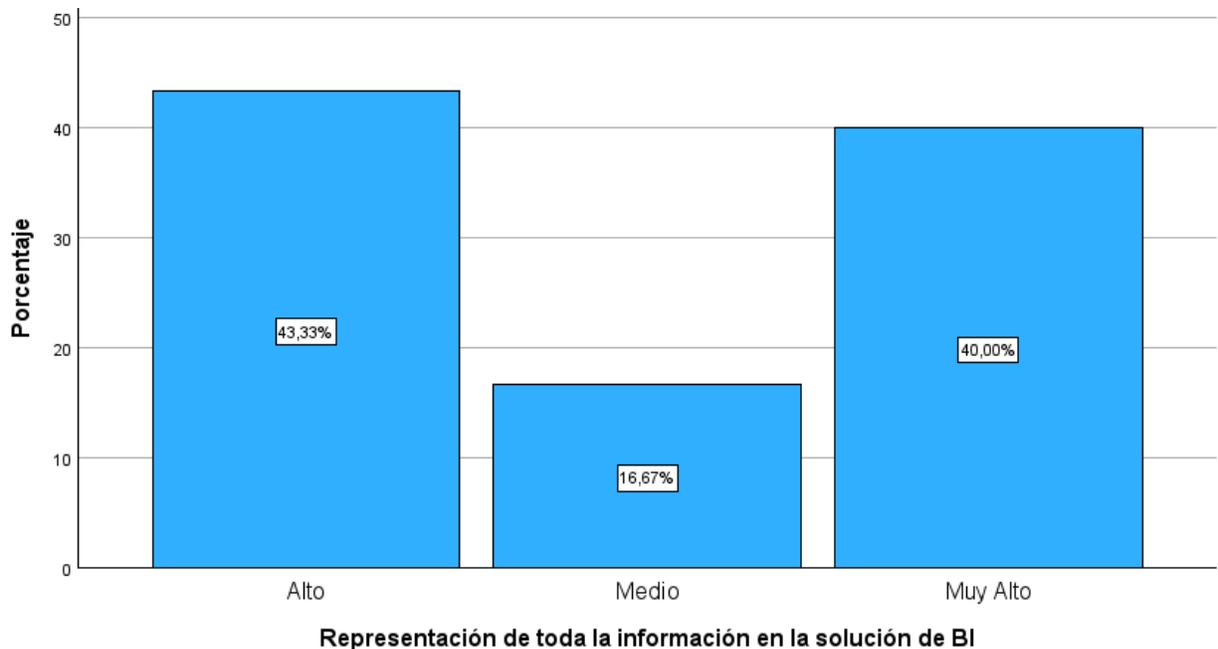
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	10	33,3	33,3	33,3
	Medio	5	16,7	16,7	50,0
	Muy Alto	15	50,0	50,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

*Nota:* En la Figura se presenta el análisis generación de nuevo conocimiento. Fuente: Propia

Al analizar la información presente en la Figura 182, los resultados muestran que el 33,3% y el 50% de los encuestados consideran que la generación de nuevo conocimiento mediante el uso de la solución de BI tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto indica que más del 80% de los encuestados tiene una valoración positiva, ya que la solución les permite obtener más información sin perder mucho tiempo en su búsqueda, cumpliendo con las expectativas esperadas. Sin embargo, el 16,7% la considera media, lo que revela un margen significativo para la mejora. Esto sugiere la necesidad de optimizar la solución para aumentar su percepción como una herramienta innovadora y valiosa para la generación de nuevo conocimiento.

**Figura 179**

*Representación de toda la información en la solución de BI*



**Representación de toda la información en la solución de BI**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Alto	13	43,3	43,3	43,3
	Medio	5	16,7	16,7	60,0
	Muy Alto	12	40,0	40,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

*Nota:* En la Figura se presenta el análisis de representación de toda la información en la solución de BI. Fuente: Propia

Al analizar la información presente en la Figura 183, los resultados muestran que el 43,3% y el 40% de los encuestados consideran que la representación de toda la información en la solución de BI tiene un valor alto y muy alto, respectivamente. Esto indica que un poco más del 80% de los encuestados opina que la representación de la información en la solución de BI es

clara y adecuada, cumpliendo con las expectativas esperadas. Sin embargo, el 16,7% la considera medio, lo que sugiere la necesidad de mejoras en la representación visual y la organización de la información para presentarla de manera aún más clara y precisa para los usuarios.

### Análisis Descriptivo de PV3

Como se observó, se analizaron las preguntas del PV3. A continuación, en la Figura 184 se presenta un análisis completo de estadística descriptiva igual al del análisis descriptivo de PV2.

### Figura 180

*Resultado del analisis estadistico descriptivo PV3*

		<b>Estadísticos</b>				
		Fortalecimiento de la visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina.	Funcionalidad completa de la solución de BI	Herramienta para la toma de decisiones basada en los datos	Generación de nuevo conocimiento	Representación de toda la información en la solución de BI
N	Válido	30	30	30	30	30
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		3,03	3,13	3,27	3,33	3,23
Mediana		3,00	3,00	3,00	3,50	3,00
Moda		4	3	4	4	3
Desv. estándar		,850	,681	,740	,758	,728
Varianza		,723	,464	,547	,575	,530

*Nota:* En la Figura se presenta el resultado del analisis estadístico descriptivo de las preguntas que componen PV2. Fuente: Propia

- **Media:** El rango de la media está entre 3,03 y 3,33. Esto indica que, en promedio, los encuestados tienen un nivel alto de satisfacción con respecto al cumplimiento de los objetivos de la solución. Un valor promedio de 3 sugiere que la mayoría de los encuestados perciben que se están cumpliendo adecuadamente los objetivos establecidos.
- **Mediana:** La mediana general es 3, lo que significa que el valor central de las respuestas está en "alto", indica que una proporción significativa está satisfecha con el cumplimiento de los objetivos de la solución. Sin embargo, en el caso específico de “generación de nuevo conocimiento”, la mediana es 3,50, indicando que se sitúa entre los valores de “alto” y “muy alto” sugiriendo que esta pregunta tiene un nivel de cumplimiento más alto y una percepción más favorable que el resto de las preguntas.
- **Moda:** La moda generalmente es 4 para todas las variables, excepto para “Funcionalidad completa de la solución de BI” y “Representación de toda la información en la solución de BI”, donde la moda es 3. Esto indica una percepción muy positiva, con una valoración de alto o muy alto, presentando una aceptación general fuerte, aunque todavía hay espacio para mejorar y aumentar la proporción de usuarios que califican la funcionalidad como muy alta.
- **Desviación estándar:** La desviación estándar varía entre 0,681 y 0,850. indica que las opiniones de los usuarios sobre la funcionalidad de la solución de BI son bastante consistentes y convergen en una percepción mayoritariamente positiva. Aunque hay margen para mejorar, las valoraciones actuales reflejan una satisfacción general sólida con la funcionalidad de la solución.
- **Varianza:** La varianza está entre 0,464 y 0,723 sugiere que las opiniones sobre la funcionalidad de la solución de BI son relativamente consistentes y convergen hacia una

percepción positiva general. Aunque hay margen para mejorar, las valoraciones actuales reflejan una satisfacción sólida con la funcionalidad de la solución.

En general, estos datos indican que el nivel de satisfacción con respecto al cumplimiento de los objetivos de la solución es valorado de manera altamente positiva por los encuestados. Las medias y medianas altas indican una buena aceptación y satisfacción general, mientras que las modas esfuerzan esta percepción positiva. La baja desviación estándar y la variación moderada sugieren que las opiniones son consistentes y uniformes, lo que refuerza la confiabilidad de estas valoraciones.

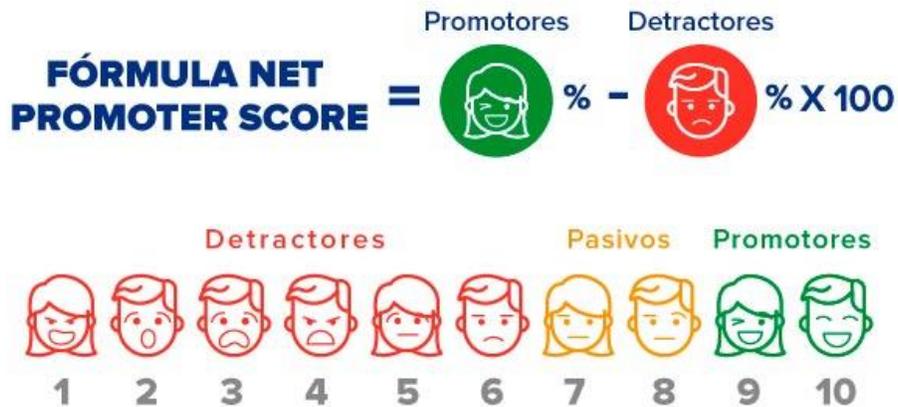
#### **3.2.4. Calificación de la Solución de BI Mediante la Metodología Net Promoter Score (NPS)**

El NPS es una métrica comúnmente utilizada para medir la lealtad de los clientes hacia un producto o una organización. Se divide en: los promotores, quienes otorgan una puntuación de 9 a 10, son considerados usuarios leales y entusiastas, dispuestos a recomendar el producto, la aplicación o la organización a amigos o colegas. Los pasivos, con una puntuación de 7 a 8, son usuarios satisfechos, pero no especialmente leales, exhibiendo actitudes y comportamientos distintivos. Por otro lado, los detractores, con una puntuación inferior a 7, son clientes insatisfechos que podrían cambiar a la competencia y hablar negativamente sobre el producto, la aplicación o la organización (Yanfi et al., 2022)

En la Figura 183, se presenta la fórmula para obtener y conocer nivel de satisfacción.

**Figura 181**

*Formula para NPS*



*Nota:* En la Figura se presenta la fórmula para conocer el nivel de satisfacción. Fuente:(Muguirra Andres, 2024)

Si el NPS es positivo, significa que hay más personas promotoras que detractoras, lo que es muy bueno para el producto, indica que los clientes están satisfechos y es más probable que recomienden el producto o servicio a otros. Por otro lado, si el NPS es negativo, indica que hay más detractores que promotores, esto sugiere un nivel bajo de satisfacción del producto, ya que los clientes no están satisfechos y es menos probable que recomienden el producto o servicio a otros.

Una vez comprendido qué es NPS, a continuación, se presenta la pregunta realizada dentro de la encuesta para conocer el nivel de satisfacción de la solución de BI.

### 3.2.5. PV4. ¿Cómo calificaría usted, de manera general la solución de BI para el análisis y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivos de importancia económica en América Latina?

Esta pregunta realizada en la encuesta permitió obtener y conocer el nivel de NPS en relación con la calificación de la solución de BI. En la Figura 186 se presenta la satisfacción del cliente NPS con una puntuación de 80 (Excelente), lo que indica que la versión Beta de la solución de BI tiene un impacto positivo y satisfactorio entre los encuestados. Además, sugiere que las mejoras realizadas desde su versión Alpha contribuyeron a aumentar el nivel de satisfacción de la solución de BI.

**Figura 182**

*Puntuación de NPS*



*Nota:* En la Figura se presenta la puntuación obtenida en el NPS. Fuente: Propio.

## **Análisis e Interpretación**

El puntaje obtenido de 80 en el NPS califica el nivel de satisfacción como excelente, como se observa en la figura 186, 24 encuestados presentaron su calificación como promotores y 6 fueron pasivos, lo que muestra una gran diferencia entre los promotores y los detractores, contribuyendo a la calificación obtenida.

Esto indica que los usuarios tienen una excelente opinión sobre la solución de BI, sugiriendo que el desarrollo de la solución de BI ha sido un éxito, como se expresa en los altos niveles de satisfacción, cumpliendo con las necesidades y expectativas de los usuarios. Además de proporcionar una herramienta que permite analizar, visualizar e interpretar la información clara y precisa sobre el uso de biofertilizantes microbianos, permitiendo tomar decisiones importantes basadas en datos.

## DISCUSIÓN

El manejo de datos en investigaciones de biofertilizantes es esencial para entender su impacto en la agricultura sostenible, ya que su recopilación y análisis permiten identificar cómo los biofertilizantes mejoran la calidad del suelo y la productividad de los cultivos. Generalmente, dentro de estos estudios se incluye información sobre los tipos de microorganismos utilizados, los cultivos en los que se aplican y los efectos observados en términos de productividad, sostenibilidad y efectos producidos en el suelo o la planta. Datos recolectados tanto en estudios de campo como en laboratorios y posteriormente almacenados en documentos de hojas de cálculo (Azizi et al., 2022)

En los estudios revisados sobre el uso de biofertilizantes microbianos, los datos se analizaron principalmente mediante herramientas estadísticas. Por ejemplo, (Anli et al., 2020) usaron XLSTAT para realizar un análisis de componentes principales (PCA), mientras que (Dasgan et al., 2023) utilizaron JMP para varios análisis, incluyendo ANOVA. Otros estudios (Yahya et al., 2023; Jin et al., 2021; Uehara et al., 2021; Sun et al., 2020; Wei et al., 2023; Zhu et al., 2023; Duan et al., 2021; Wu et al., 2022; Xie et al., 2021) emplearon SPSS para análisis como PCA, correlación de Pearson y pruebas T. Estos análisis estadísticos, aunque útiles, no incorporaron herramientas de business intelligence (BI), que podrían mejorar significativamente los resultados.

Un estudio similar (Coutiño-Puchuli et al., 2023) recopiló y procesó datos utilizando Excel, y visualizó matrices de co-ocurrencia con Ucinet y NetDraw. Aunque este trabajo comparte similitudes en la recolección de datos, utilizó diferentes herramientas para el análisis y visualización. Al comparar con otras investigaciones, como la de (Kersey-Maldonado, 2022) y

(Lozano Pinchi & Lozano Pinchi, 2019), que aplicaron BI en áreas diferentes como la productividad de berries y la gestión de ventas, se observa que, aunque usaron BI, no se centraron en el uso de biofertilizantes. (Gomes & Da Costa, 2019) también se enfocaron en la productividad y sostenibilidad agrícolas, pero no en biofertilizantes específicamente.

Sin embargo, la aplicación de BI en el análisis de biofertilizantes muestra resultados positivos. En nuestro estudio, el 76.6% de los encuestados reportaron problemas relacionados con el proceso de análisis y visualización de datos de biofertilizantes microbianos, y el 73.3% encontró confusiones al analizar datos sin herramientas tecnológicas. Un 96.6% expresó una opinión favorable hacia el uso de herramientas tecnológicas para análisis e interpretación de biofertilizantes microbianos, y el 100% consideró que implementar BI fortalecería estas áreas, mejorando la toma de decisiones en biotecnología. En resumen, los resultados presentan un acuerdo en que el uso de Business Intelligence mejoraría el análisis, interpretación y visualización de datos, optimizando así la toma de decisiones en el uso de biofertilizantes microbianos.

## CONCLUSIONES

Después de revisar diversos estudios primarios en bases de datos como Google Académico, Science Direct, MDPI, Nature, Springer Link y SciELO, se identificó la presencia de varias herramientas tales como XLSSTAT 10, UPARSE, QIIME, IBM SPSS, Software R y SAS. Estas herramientas se utilizan para realizar análisis estadísticos y visualizaciones de datos sobre biofertilizantes microbianos, permitiendo comprender de mejor manera la información del impacto en los cultivos.

Se diseñó un almacén de datos basado en la metodología de Kimball, la cual se enfoca en su diseño y construcción, permitiendo optimizar consultas y realizar análisis con la información contenida. Esto permitió la creación de paneles de Business Intelligence de manera fácil e interactiva para el análisis de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivos de importancia económica en América Latina. Facilitando que las personas interesadas tomen decisiones importantes basadas en datos.

El diseño de los informes (dashboards) de Business Intelligence se realizó utilizando las leyes de Gestalt, con los principios de similitud, proximidad, continuidad y figura-fondo. Esto asegura que el diseño de las interfaces de usuario tenga una excelente organización de sus objetos visuales y se adapte a las necesidades específicas de los usuarios, además de facilitar el análisis, visualización e interpretación de datos.

Los resultados se validaron utilizando la metodología Net Promoter Score (NPS), un indicador utilizado para medir el nivel de satisfacción. En este caso, el estudio presentó un resultado del 80, lo que indica un excelente nivel de satisfacción, además de una alta probabilidad de recomendación de la solución de Business Intelligence actual.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda que los investigadores utilicen herramientas y plataformas de Business Intelligence (BI). Estas herramientas no solo permiten recopilar, integrar, analizar y presentar información empresarial, sino que también apoyan la toma de decisiones basadas en la información proporcionada ya que facilita la interpretación de datos complejos y la identificación de tendencias y patrones.

Se recomienda establecer un formato estándar para la recolección de datos, asegurando que todos los datos recopilados tengan una estructura uniforme. Esto reduce la necesidad de tareas de limpieza de datos y minimiza errores como duplicados, inconsistencias y valores nulos. Al asegurarse de que los datos tengan un formato estándar, se facilita el análisis y se mejora la calidad de los resultados obtenidos.

Se recomienda recopilar datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos durante un período mínimo de dos años. Esto no solo proporciona una base más sólida para evaluar los efectos y beneficios de los biofertilizantes microbianos al incrementar el volumen de datos disponibles, sino que también mejora la calidad de los análisis, además de realizar estudios más avanzados, facilitando decisiones más informadas y precisas basadas en evidencias robustas.

Se recomienda fomentar estudios que promueven la colaboración entre equipos multidisciplinarios, incluyendo científicos de datos, analistas y expertos en el área de biofertilizantes. Esta colaboración permitirá aprovechar mejor la información derivada de los datos y comprender plenamente los beneficios que ofrecen, aplicando el impacto de las investigaciones y proporcionar conocimientos aplicables a diversas áreas, especialmente a la agricultura

## REFERENCIAS

- Anasaci. (2020). *Las Leyes de la Gestalt*.  
[https://anasaci.com/blog/disenadores/disenado\\_grafico/las-leyes-de-la-gestalt.html](https://anasaci.com/blog/disenadores/disenado_grafico/las-leyes-de-la-gestalt.html)
- Anli, M., Baslam, M., Tahiri, A., Raklami, A., Symanczik, S., Boutasknit, A., Ait-El-Mokhtar, M., Ben-Laouane, R., Toubali, S., Ait Rahou, Y., Ait Chitt, M., Oufdou, K., Mitsui, T., Hafidi, M., & Meddich, A. (2020). Biofertilizers as Strategies to Improve Photosynthetic Apparatus, Growth, and Drought Stress Tolerance in the Date Palm. *Frontiers in Plant Science*, *11*, 516818. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2020.516818/BIBTEX>
- Azizi, N., Sulaiman, S., Othman, F. N., & Ping, L. Y. (2022). A Systematic Database for Microbial Data Collection Management. *Malaysian Applied Biology*, *51*(5), 37–42. <https://doi.org/10.55230/MABJOURNAL.V51I5.2346>
- CamelCase*. (n.d.). Retrieved April 21, 2024, from <https://www.optimize360.fr/es/definicion/funda-de-camello/>
- Canadensys*. (n.d.). Retrieved April 21, 2024, from <https://www.canadensys.net/>
- Canoco para visualización de datos multivariados - WUR*. (n.d.). Retrieved June 26, 2024, from <https://www.wur.nl/en/show/Canoco-for-visualization-of-multivariate-data.htm>
- Castañeda, D. A. F., & Garcia, J. A. S. (2022). Introducción a la inteligencia de negocios basada en la metodología KIMBALL: Introduction to business intelligence based on KIMBALL Methodology. *Tecnología Investigación y Academia*, *9*(1), 5–17. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/18082>
- Coutiño-Puchuli, A. E., Peña-Borrego, M. D., Infante-Jiménez, Z. T., Coutiño-Puchuli, A. E., Peña-Borrego, M. D., & Infante-Jiménez, Z. T. (2023). Estudio bibliométrico sobre biofertilizantes en México durante el período 2015-2020. *Terra Latinoamericana*, *41*. <https://doi.org/10.28940/TERRA.V41I0.1449>
- Crear tablas y aplicarles formato - Soporte técnico de Microsoft*. (n.d.). Retrieved February 2, 2024, from <https://support.microsoft.com/es-es/office/crear-tablas-y-aplicarles-formato-e81aa349-b006-4f8a-9806-5af9df0ac664>

- Dahouda, M. K., & Joe, I. (2021). A Deep-Learned Embedding Technique for Categorical Features Encoding. *IEEE Access*, 9, 114381–114391.  
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3104357>
- Daniel, A. I., Fadaka, A. O., Gokul, A., Bakare, O. O., Aina, O., Fisher, S., Burt, A. F., Mavumengwana, V., Keyster, M., & Klein, A. (2022). Biofertilizer: The Future of Food Security and Food Safety. *Microorganisms 2022*, Vol. 10, Page 1220, 10(6), 1220.  
<https://doi.org/10.3390/MICROORGANISMS10061220>
- Dasari, D., & Varma, P. S. (2022). Employing Various Data Cleaning Techniques to Achieve Better Data Quality using Python. *6th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology, ICECA 2022 - Proceedings*, 1379–1383.  
<https://doi.org/10.1109/ICECA55336.2022.10009079>
- Dasgan, H. Y., Aldiyab, A., Elgudayem, F., Ikiz, B., & Gruda, N. S. (2022). Effect of biofertilizers on leaf yield, nitrate amount, mineral content and antioxidants of basil (*Ocimum basilicum* L.) in a floating culture. *Scientific Reports 2022 12:1*, 12(1), 1–10.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-24799-x>
- Dasgan, H. Y., Kacmaz, S., Arpacı, B. B., İkiş, B., & Gruda, N. S. (2023). Biofertilizers Improve the Leaf Quality of Hydroponically Grown Baby Spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Agronomy 2023*, Vol. 13, Page 575, 13(2), 575. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY13020575>
- Documentación de Power BI - Power BI | Microsoft aprende.* (n.d.). Retrieved June 29, 2024, from <https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/>
- Documentación de Power Query - Power Query | Microsoft aprende.* (n.d.). Retrieved June 30, 2024, from <https://learn.microsoft.com/en-us/power-query/>
- Duan, W., Peng, L., Zhang, H., Han, L., & Li, Y. (2021). Microbial biofertilizers increase fruit aroma content of *Fragaria × ananassa* by improving photosynthetic efficiency. *Alexandria Engineering Journal*, 60(6), 5323–5330. <https://doi.org/10.1016/J.AEJ.2021.04.014>
- Edgar, R. C. (2013). UPARSE: highly accurate OTU sequences from microbial amplicon reads. *Nature Methods 2013 10:10*, 10(10), 996–998. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2604>
- Empresa de Analisis de Datos | SIGN.* (n.d.). Retrieved June 29, 2024, from <https://sign.com.co/>

*FLASH*. (n.d.). Retrieved June 26, 2024, from <https://ccb.jhu.edu/software/FLASH/>

*Funcionamiento conjunto de Power Query y Power Pivot - Soporte técnico de Microsoft*. (n.d.). Retrieved June 30, 2024, from <https://support.microsoft.com/es-es/office/funcionamiento-conjunto-de-power-query-y-power-pivot-a5f52cba-2150-4fc0-bb8f-b21d69990bc0>

*Galaxy*. (n.d.). Retrieved October 28, 2023, from <http://galaxy.biobakery.org/>

Gartner. (2024). *Magic Quadrant Gartner*. <https://www.gartner.es/es/metodologias/magic-quadrant>

*GBIF*. (n.d.). Retrieved May 5, 2024, from <https://www.gbif.org/es/>

*Gephi: la plataforma de visualización de gráficos abiertos*. (n.d.). Retrieved June 27, 2024, from <https://gephi.org/>

Gomes, F. P., & Da Costa, F. (2019). *Agricultura biológica em Portugal : a importância da utilização de ferramentas de business intelligence na integração e visualização de dados*. <https://run.unl.pt/handle/10362/60408>

Govil, N., & Sharma, A. (2022). Estimation of cost and development effort in Scrum-based software projects considering dimensional success factors. *Advances in Engineering Software*, 172, 103209. <https://doi.org/10.1016/J.ADVENGSOFT.2022.103209>

Greg Decker, & Brett Powell. (2021). *Libro de recetas de Microsoft Power BI: obtenga experiencia en Power BI con más de 90 recetas prácticas, sugerencias y casos de uso | Packt Editorial libros | Exploración IEEE*. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10163075>

*Home – The Huttenhower Lab*. (n.d.). Retrieved October 28, 2023, from <https://huttenhower.sph.harvard.edu/home/>

Hron, M., & Obwegeser, N. (2022). Why and how is Scrum being adapted in practice: A systematic review. *Journal of Systems and Software*, 183, 111110. <https://doi.org/10.1016/J.JSS.2021.111110>

*IBM SPSS Statistics*. (n.d.). Retrieved October 23, 2023, from <https://www.ibm.com/es-es/products/spss-statistics>

- Jin, Y., Zhang, B., Chen, J., Mao, W., Lou, L., Shen, C., & Lin, Q. (2021). Biofertilizer-induced response to cadmium accumulation in *Oryza sativa* L. grains involving exogenous organic matter and soil bacterial community structure. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *211*, 111952. <https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2021.111952>
- Ken Schwaber, & Jeff Sutherland. (2020). *Guía Scrum*. <https://www.scrum.org/resources/scrum-guide>
- Kersey-Maldonado, P. J. (2022). *Análisis para la planeación estratégica de la producción de berries en México mediante la implementación de Business Intelligence*. <https://rei.iteso.mx/handle/11117/7831>
- Kim Manis. (2024). *Gartner Magic Quadrant*. Microsoft Nombrado Líder En El Cuadrante Mágico™ de Gartner® de 2024 Para Plataformas de Análisis e Inteligencia Empresarial. <https://powerbi.microsoft.com/en-us/blog/microsoft-named-a-leader-in-the-2024-gartner-magic-quadrant-for-analytics-and-bi-platforms/>
- La importancia de un proceso ETL en el Business Intelligence - Algoritmia*. (n.d.). Retrieved April 29, 2023, from <https://algoritmia8.com/2022/11/23/la-importancia-de-un-proceso-etl-en-el-business-intelligence/>
- Latindex*. (n.d.). Retrieved May 6, 2024, from <https://latindex.org/latindex/inicio>
- Li, Y., & Fu, K. (2022). Research on Minimalism in Interface Design Based on Gestalt Psychology. *Proceedings of the 2022 International Conference on Science Education and Art Appreciation (SEAA 2022)*, 825–837. [https://doi.org/10.2991/978-2-494069-05-3\\_101](https://doi.org/10.2991/978-2-494069-05-3_101)
- Lozano Pinchi, J. L., & Lozano Pinchi, J. L. (2019). Implementación de una solución Business Intelligence para apoyar en la toma de decisiones en la Empresa Agro Micro Biotech SAC. *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5591>
- Mahmud, A. A., Upadhyay, S. K., Srivastava, A. K., & Bhojiya, A. A. (2021). Biofertilizers: A Nexus between soil fertility and crop productivity under abiotic stress. *Current Research in Environmental Sustainability*, *3*, 100063. <https://doi.org/10.1016/J.CRSUST.2021.100063>

- Mahmud, M. S., & Chong, K. P. (2021a). Formulation of biofertilizers from oil palm empty fruit bunches and plant growth-promoting microbes: A comprehensive and novel approach towards plant health. *Journal of King Saud University - Science*, 33(8), 101647. <https://doi.org/10.1016/J.JKSUS.2021.101647>
- Mahmud, M. S., & Chong, K. P. (2021b). Formulation of biofertilizers from oil palm empty fruit bunches and plant growth-promoting microbes: A comprehensive and novel approach towards plant health. *Journal of King Saud University - Science*, 33(8), 101647. <https://doi.org/10.1016/J.JKSUS.2021.101647>
- Mallidi, R. K., & Sharma, M. (2021). Study on Agile Story Point Estimation Techniques and Challenges. *International Journal of Computer Applications*, 174(13), 9–14. <https://doi.org/10.5120/IJCA2021921014>
- María Pérez Marqués. (2015). *Business Intelligence, Técnicas, herramientas y aplicaciones* (Alfaomega, Ed.; Primera).
- Michael, D., Dazki, E., Santoso, H., & Indrajit, R. E. (2021). Scrum Team Ownership Maturity Analysis on Achieving Goal. *2021 6th International Conference on Informatics and Computing, ICIC 2021*. <https://doi.org/10.1109/ICIC54025.2021.9632969>
- Microsoft: *página principal*. (n.d.). Retrieved June 23, 2024, from <https://www.microsoft.com/es-ec/>
- Morandini, M., Coleti, T. A., Oliveira, E., & Corrêa, P. L. P. (2021). Considerations about the efficiency and sufficiency of the utilization of the Scrum methodology: A survey for analyzing results for development teams. *Computer Science Review*, 39, 100314. <https://doi.org/10.1016/J.COSREV.2020.100314>
- Muguirra Andres. (2024). *Net Promoter Score*. <https://www.questionpro.com/blog/es/net-promoter-score/>
- Origin: *Data Analysis and Graphing Software*. (n.d.). Retrieved October 23, 2023, from <https://www.originlab.com/origin>
- Patra, A., Sharma, V. K., Nath, D. J., Ghosh, A., Purakayastha, T. J., Barman, M., Kumar, S., Chobhe, K. A., Anil, A. S., & Rekwar, R. K. (2021). Impact of Soil Acidity Influenced by Long-term

Integrated Use of Enriched Compost, Biofertilizers, and Fertilizer on Soil Microbial Activity and Biomass in Rice Under Acidic Soil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(1), 756–767. <https://doi.org/10.1007/S42729-020-00398-5/METRICS>

*PRIMER-e*. (n.d.). Retrieved June 26, 2024, from <https://www.primer-e.com/>

*R: El Proyecto R para el cálculo estadístico*. (n.d.). Retrieved June 26, 2024, from <https://www.r-project.org/>

Raju, V. N. G., Lakshmi, K. P., Jain, V. M., Kalidindi, A., & Padma, V. (2020). Study the Influence of Normalization/Transformation process on the Accuracy of Supervised Classification. *Proceedings of the 3rd International Conference on Smart Systems and Inventive Technology, ICSSIT 2020*, 729–735. <https://doi.org/10.1109/ICSSIT48917.2020.9214160>

Ramadhani, P. P., Hadi, S., & Rosadi, R. (2021). Implementation of Data Warehouse in Making Business Intelligence Dashboard Development Using PostgreSQL Database and Kimball Lifecycle Method. *2021 International Conference on Artificial Intelligence and Big Data Analytics, ICAIBDA 2021*, 88–92. <https://doi.org/10.1109/ICAIBDA53487.2021.9689697>

*Revista Scimago y clasificación por países*. (n.d.). Retrieved May 8, 2024, from <https://www.scimagojr.com/>

Rupert, R., Lie, G. J. C. W., John, D. V., Annammala, K. V., Jani, J., & Rodrigues, K. F. (2020). Metagenomic data of bacterial community from different land uses at the river basin, Kelantan. *Data in Brief*, 33, 106351. <https://doi.org/10.1016/J.DIB.2020.106351>

*SAS: Analítica, Inteligencia Artificial y Gestión de Datos. | SAS*. (n.d.). Retrieved October 23, 2023, from [https://www.sas.com/es\\_mx/home.html](https://www.sas.com/es_mx/home.html)

Sihombing Denny. (2024). *Desarrollo de Inteligencia de Negocios en una Empresa de Carga Utilizando el Enfoque Agile Scrum | Economía Jurnal*. <https://ejournal.seaninstitute.or.id/index.php/Ekonomi/article/view/4286>

*Software estadístico | JMP*. (n.d.). Retrieved October 22, 2023, from [https://www.jmp.com/es\\_cl/home.html](https://www.jmp.com/es_cl/home.html)

*SpeciesLink InfoXY tool*. (n.d.). Retrieved April 21, 2024, from <https://www.gbif.org/es/tool/81314/specieslink-infoxy-tool>

*Statistix - Home*. (n.d.). Retrieved October 22, 2023, from <https://www.statistix.com/>

Sun, B., Bai, Z., Bao, L., Xue, L., Zhang, S., Wei, Y., Zhang, Z., Zhuang, G., & Zhuang, X. (2020). *Bacillus subtilis* biofertilizer mitigating agricultural ammonia emission and shifting soil nitrogen cycling microbiomes. *Environment International*, *144*, 105989. <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2020.105989>

Uehara, O., Hiraki, D., Kuramitsu, Y., Matsuoka, H., Takai, R., Fujita, M., Harada, F., Paudel, D., Takahashi, S., Yoshida, K., Muthumala, M., Nagayasu, H., Chiba, I., & Abiko, Y. (2021). Alteration of oral flora in betel quid chewers in Sri Lanka. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, *54*(6), 1159–1166. <https://doi.org/10.1016/J.JMII.2020.06.009>

van Dinter, R., Tekinerdogan, B., & Catal, C. (2021). Automation of systematic literature reviews: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, *136*, 106589. <https://doi.org/10.1016/J.INFSOF.2021.106589>

Wang, J., Liu, L., Gao, X., Hao, J., & Wang, M. (2021). Elucidating the effect of biofertilizers on bacterial diversity in maize rhizosphere soil. *PLOS ONE*, *16*(4), e0249834. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0249834>

Wei, X., Bai, X., Cao, P., Wang, G., Han, J., & Zhang, Z. (2023). *Bacillus* and microalgae biofertilizers improved quality and biomass of *Salvia miltiorrhiza* by altering microbial communities. *Chinese Herbal Medicines*, *15*(1), 45–56. <https://doi.org/10.1016/J.CHMED.2022.01.008>

Wu, J., Shi, Z., Zhu, J., Cao, A., Fang, W., Yan, D., Wang, Q., & Li, Y. (2022). Taxonomic response of bacterial and fungal populations to biofertilizers applied to soil or substrate in greenhouse-grown cucumber. *Scientific Reports* *2022 12:1*, *12*(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22673-4>

Xie, J., Wu, Z., Zhang, X., Peng, T., Yang, C., Zhang, J., & Liang, J. (2021). Diversity and structural characteristics of soil microbial communities in different habitats of wild *Lilium*

regale Wilson in Wenchuan area. *Bioengineered*, 12(2), 10457–10469.  
<https://doi.org/10.1080/21655979.2021.1997366>

*XLSTAT / Software estadístico Excel*. (n.d.). Retrieved October 22, 2023, from  
<https://www.xlstat.com/es/>

Yahya, M., Rasul, M., Hussain, S. Z., Dilawar, A., Ullah, M., Rajput, L., Afzal, A., Asif, M., Wubet, T., & Yasmin, S. (2023). Integrated analysis of potential microbial consortia, soil nutritional status, and agro-climatic datasets to modulate P nutrient uptake and yield effectiveness of wheat under climate change resilience. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1074383.  
<https://doi.org/10.3389/FPLS.2022.1074383/BIBTEX>

Yanfi, Ramadhan, A., Trisetyarso, A., Zarlis, M., & Abdurachman, E. (2022). Measuring Student's Satisfaction and Loyalty on Microsoft Power BI Using System Usability Scale and Net Promoter Score for the Case of Students at Bina Nusantara University. *2022 International Conference on Data Science and Its Applications, ICoDSA 2022*, 155–160.  
<https://doi.org/10.1109/ICODSA55874.2022.9862839>

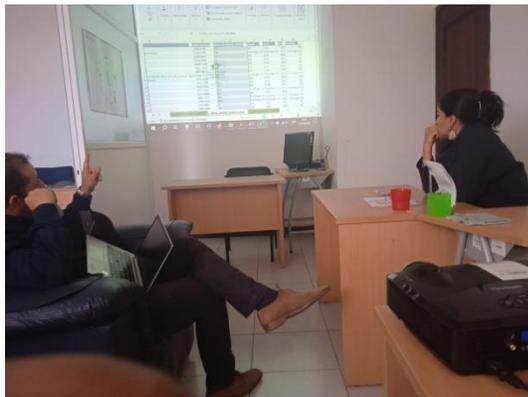
Zhu, Y., An, M., Mamut, R., & Wang, H. (2023). Comparative analysis of metabolic mechanisms in the remediation of Cd-polluted alkaline soil in cotton field by biochar and biofertilizer. *Chemosphere*, 340, 139961.  
<https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2023.139961>

# ANEXOS

## Anexo A. Hojas de Cálculo de Microsoft Excel que Almacena la Información Sobre Biofertilizantes Microbianos.

The first screenshot shows a list of biofertilizers with the following columns: Año, DOI, Título, and Abstract. The second screenshot shows a detailed table with the following columns: Año, Título, Año, País, Cultivo, Tipo de cultivo, Método de aplicación, Tiempo del experimento (días), Desarrollo del experimento, Estado de Biofertilizante. The third screenshot shows a list of biofertilizers with the following columns: Nombre, Título, Microorganismo, Especie, Aplicación en cultivo, Evaluación de efectos en plantas, Evaluación de efectos en el suelo, Total, Usuario. The fourth screenshot shows a list of biofertilizers with the following columns: Nombre, Título, and a list of microorganisms.

## Anexo B. Evidencia de la Entrevista para la Obtención de Requisitos de Usuario.



**Anexo C. Socialización de la Solución de BI (Versión Alpha) para el Análisis y Visualización del Uso de Biofertilizantes Microbianos.**



**Anexo D. Socialización de la Solución de BI (Versión Beta) para el Análisis y Visualización del Uso de Biofertilizantes Microbianos con estudiantes de la carrera de Biotecnología FICAYA-UTN.**





## Anexo E. Sondeo de Satisfacción PMV versión Alpha BI del Uso de Biofertilizantes Microbianos.



### Sondeo de Satisfacción PMV versión Alpha BI - Biofertilizantes Microbianos

El propósito de la presente encuesta es evaluar el nivel de satisfacción de los usuarios finales con respecto a la versión Alpha de la solución tecnológica de BI para el análisis y visualización del uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivos de importancia económica en América Latina, que tiene por objetivo validar el cumplimiento de los requerimientos y necesidades del equipo de investigadores y conocer algunos comentarios o sugerencias del BI para una mejora de la solución.

*La encuesta tardará aproximadamente 6 minutos en completarse.*

## Datos Informativos

### 1. Edad \*

- Hasta 20 años
- Entre 21 y 24 años
- Entre 25 y 34 años
- Entre 35 y 44 años
- Entre 45 y 54 años
- Mayor de 55 años



### 2. Sexo \*

- Masculino
- Femenino

### 3. Formación de grado \*

- Ciencias aplicadas y-o afines
- Ciencias de la vida y-o afines
- Salud y-o afines
- Administración y-o afines
- Ciencias sociales, Educación y-o afines

4. Relación con el proyecto \*

- Investigador Asociado (externo a la UTN)
- Docente Investigador UTN
- Técnico Docente UTN
- Tesista UTN
- Estudiante de Apoyo UTN
- Personal de Laboratorio UTN
- Personal Administrativo UTN

## Valoración de la Solución de Business Intelligence

\*Business Intelligence: Se define en español como Inteligencia Empresarial, Inteligencia Institucional o Inteligencia de Datos

5. Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina.

¿Cuál considera que es el nivel de cumplimiento de los requerimientos de usuario? \*

	Nada	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
HU1. Diseño de un dashboard de inicio para la navegación entre los diferentes dashboard.	<input type="radio"/>				
HU2. Diseño de un dashboard que presente la información importante de los artículo científicos obtenidos.	<input type="radio"/>				
HU3. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la gestión de la selección de artículos científicos.	<input type="radio"/>				
HU4. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los artículos analizados.	<input type="radio"/>				
HU5. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los efectos en cultivos aplicando los biofertilizantes microbianos	<input type="radio"/>				
HU6. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los análisis de dúster.	<input type="radio"/>				
HU7. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la taxonomía microbiana.	<input type="radio"/>				
HU8. Panel de opciones	<input type="radio"/>				

6. Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina.

**¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con la visualización de la solución de BI? \***

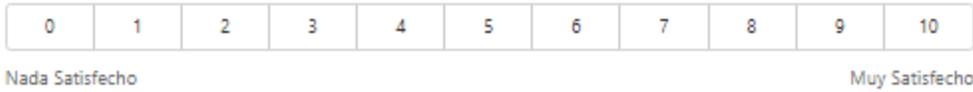
	Nada	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas	<input type="radio"/>				
Uso adecuado de los colores en la solución de BI	<input type="radio"/>				
Representación de botones e iconos en la solución de BI	<input type="radio"/>				
Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas	<input type="radio"/>				
Navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI	<input type="radio"/>				
Presentación de informes en la solución de BI	<input type="radio"/>				

7. Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina.

**¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con el cumplimiento de los objetivos de la solución? \***

	Nada	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Fortalecimiento de la visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina.	<input type="radio"/>				
Funcionalidad completa de la solución de BI	<input type="radio"/>				
Herramienta para la toma de decisiones y acciones basada en los datos	<input type="radio"/>				
Generación de nuevo conocimiento	<input type="radio"/>				
Representación de toda la información en la solución de BI	<input type="radio"/>				

8. ¿Cómo calificaría la primera versión de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina? \*



## Anexo F. Resultados del Sondeo de Satisfacción PMV Versión Alpha BI del Uso de Biofertilizantes Microbianos.

### 1. Edad

[Más detalles](#)

<span style="color: blue;">●</span> Hasta 20 años	0
<span style="color: orange;">●</span> Entre 21 y 24 años	0
<span style="color: green;">●</span> Entre 25 y 34 años	1
<span style="color: red;">●</span> Entre 35 y 44 años	4
<span style="color: purple;">●</span> Entre 45 y 54 años	0
<span style="color: brown;">●</span> Mayor de 55 años	0



### 2. Sexo

[Más detalles](#)

<span style="color: blue;">●</span> Masculino	3
<span style="color: orange;">●</span> Femenino	2



### 3. Formación de grado

[Más detalles](#)

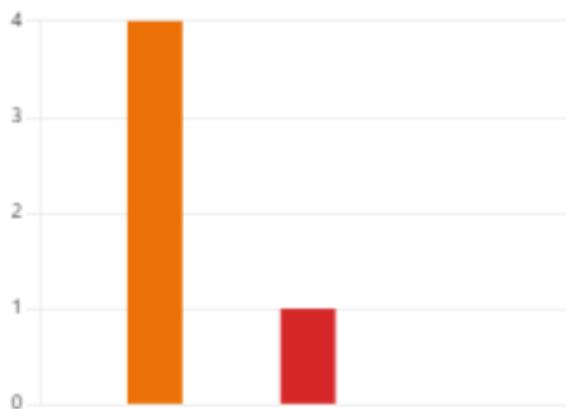
<span style="color: blue;">●</span> Ciencias aplicadas y-o afines	2
<span style="color: orange;">●</span> Ciencias de la vida y-o afines	3
<span style="color: green;">●</span> Salud y-o afines	0
<span style="color: red;">●</span> Administración y-o afines	0
<span style="color: purple;">●</span> Ciencias sociales, Educación y-o...	0



### 4. Relación con el proyecto

[Más detalles](#)

<span style="color: blue;">●</span> Investigador Asociado (externo ...	0
<span style="color: orange;">●</span> Docente Investigador UTN	4
<span style="color: green;">●</span> Técnico Docente UTN	0
<span style="color: red;">●</span> Tesista UTN	1
<span style="color: purple;">●</span> Estudiante de Apoyo UTN	0
<span style="color: brown;">●</span> Personal de Laboratorio UTN	0
<span style="color: pink;">●</span> Personal Administrativo UTN	0



5. Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina.  
**¿Cuál considera que es el nivel de cumplimiento de los requerimientos de usuario?**

[Más detalles](#)

■ Nada ■ Bajo ■ Medio ■ Alto ■ Muy Alto

HU1. Diseño de un dashboard de inicio para la navegación entre los diferentes dashboard.

HU2. Diseño de un dashboard que presente la información importante de los articulo científicos...

HU3. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la gestión de la selección de...

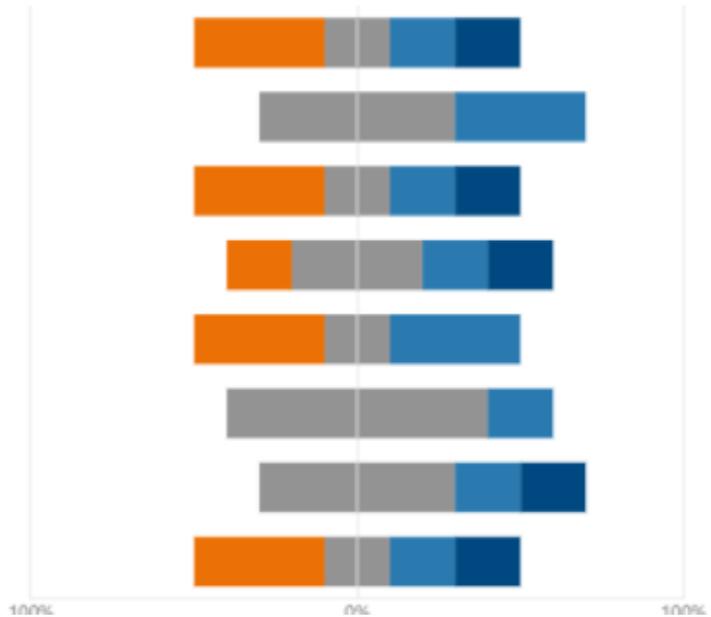
HU4. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los artículos analizados.

HU5. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los efectos en cultivos aplicando...

HU6. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los análisis de clúster.

HU7. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la taxonomía microbiana.

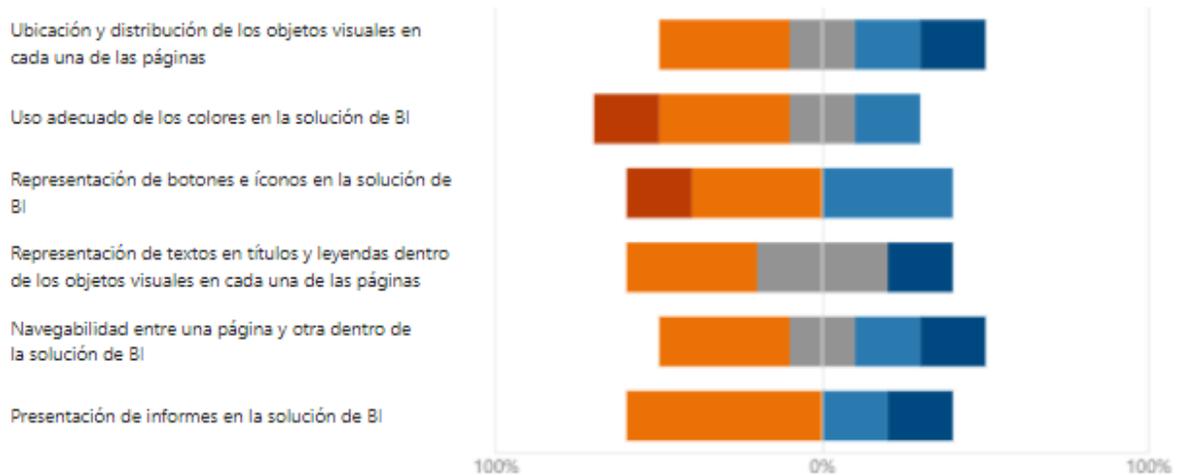
HU8. Panel de opciones



6. Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina.  
**¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con la visualización de la solución de BI?**

[Más detalles](#)

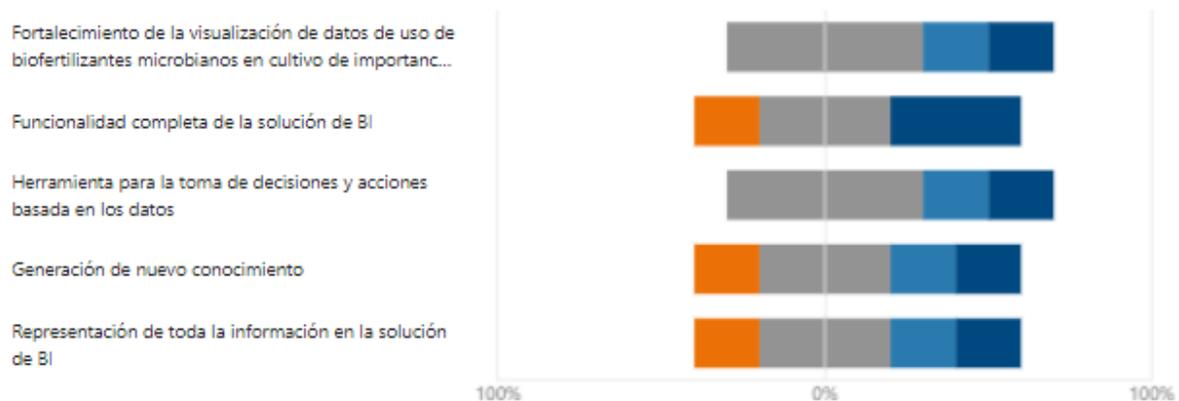
■ Nada ■ Bajo ■ Medio ■ Alto ■ Muy Alto



7. Una vez entregada la versión Alpha de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina.  
**¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con el cumplimiento de los objetivos de la solución?**

[Más detalles](#)

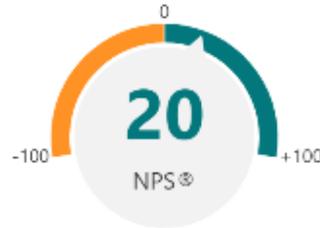
■ Nada ■ Bajo ■ Medio ■ Alto ■ Muy Alto



8. ¿Cómo calificaría la primera versión de la solución de BI para el análisis y visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina?

[Más detalles](#)

Promotores	1
Pasivos	4
Detractores	0



## Anexo G. Encuesta: Solución BI para la Visualización de Datos del Uso de Biofertilizantes Microbianos.



### Solución BI para la visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos

El propósito de la presente encuesta, es evaluar la importancia de una solución de BI como herramienta tecnológica para fortalecer el análisis, visualización e interpretación de los datos del uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina, además, de validar el cumplimiento de los requerimientos y necesidades del equipo de investigadores y comunidad del área de la biotecnología agrícola.

Su participación contribuirá a fortalecer la cooperación multidisciplinaria y la calidad de la educación de la Universidad Técnica del Norte.

Saludos

Ing. Alexander Guevara Vega, MSc.  
Docente Tutor CSOFT UTN

Bga. Sania Ortega, MSc.  
Docente Asesor BIOTEC UTN

Sr. Cristian Ariel Brusil Toapanta  
Estudiante CSOFT UTN

## Datos informativos

### 1. Edad \*

- Hasta 20 años
- Entre 21 y 24 años
- Entre 25 y 34 años
- Entre 35 y 44 años
- Entre 45 y 54 años
- Mayor de 55 años

### 2. Género \*

- Masculino
- Femenino

---

### 3. Formación de grado \*

- Ciencias aplicadas y-o afines
- Ciencias de la vida y-o afines
- Salud y-o afines
- Administración y-o afines
- Ciencias sociales, Educación y-o afines

### 4. Relación con el proyecto \*

- Investigador Asociado (externo a la UTN)
- Docente Investigador UTN
- Técnico Docente UTN
- Tesista UTN
- Estudiante de Apoyo UTN
- Personal de Laboratorio UTN
- Personal Administrativo UTN

## Proceso de análisis y visualización de los datos del uso de biofertilizantes microbianos

*\*Biofertilizante microbiano: Son fertilizantes orgánicos que contienen microorganismos beneficiosos, como bacterias y hongos, los cuales facilitan a las plantas la obtención de nutrientes esenciales para su desarrollo.*

### 5. PD1. ¿Considera usted, que se han presentado problemas relacionados al proceso de visualización y análisis de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos? \*

*Datos sobre biofertilizantes microbianos: Información que describe cómo los fertilizantes orgánicos con microorganismos beneficiosos aumentan el crecimiento y la productividad de los cultivos al mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo.*

Sí

No

### 6. PD2. ¿Considera usted, que se han presentado inconsistencias o confusión al momento de realizar un análisis de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos, sin el uso de herramientas tecnológicas? \*

Sí

No

---

7. PD3. **¿Considera usted, que los datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos recolectados en investigaciones, podrían ser representados de tal manera, que generen mayor valor y una mejor visualización de los mismos? \***

Sí

No

8. PD4. **¿Cree usted, que es necesario aplicar herramientas tecnológicas en el proceso de análisis, interpretación y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos? \***

Sí

No

9. PD5. **¿Considera usted, útil implementar una solución de BI sobre los datos del uso de biofertilizantes microbianos que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, para poder mejorar la toma de decisiones de los investigadores del área de la biotecnología vegetal? \***

*\*BI: Business Intelligence, conocido en español como Inteligencia Empresarial, Inteligencia Institucional o Inteligencia de Datos*

Sí

No

10. PD6. **¿Considera usted, útil que la solución de BI de datos del uso de biofertilizantes microbianos se encuentre disponible en la web y en dispositivos móviles? \***

Sí

No

11. PD7. **¿Estaría usted, dispuesto a usar una solución de BI que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos? \***

Sí

No

12. Una vez entregada la versión Beta de la solución de BI para el análisis, interpretación y visualización de los datos de uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivos de importancia económica en América Latina.
- PV1. ¿Cuál considera que es el nivel de cumplimiento de los siguientes requerimientos de usuario? \***

	Nada	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
HU1. Diseño de un dashboard de inicio para la navegación entre los diferentes dashboard.	<input type="radio"/>				
HU2. Diseño de un dashboard que presente la información importante de los artículos científicos obtenidos.	<input type="radio"/>				
HU3. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la gestión de la selección de artículos científicos.	<input type="radio"/>				
HU4. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los artículos analizados.	<input type="radio"/>				
HU5. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los efectos en cultivos aplicando los biofertilizantes microbianos	<input type="radio"/>				
HU6. Diseño de un dashboard que presente la información sobre los análisis de dúster.	<input type="radio"/>				
HU7. Diseño de un dashboard que presente la información sobre la taxonomía microbiana.	<input type="radio"/>				
HU8. Panel de opciones	<input type="radio"/>				

13. Una vez entregada la solución de BI de datos de datos del uso de biofertilizantes microbianos.
- PV2. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con la visualización de la solución de BI? \***

	Nada	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Ubicación y distribución de los objetos visuales en cada una de las páginas	<input type="radio"/>				
Uso adecuado de los colores en la solución de BI	<input type="radio"/>				
Representación de botones e íconos en la solución de BI	<input type="radio"/>				
Representación de textos en títulos y leyendas dentro de los objetos visuales en cada una de las páginas	<input type="radio"/>				
Navegabilidad entre una página y otra dentro de la solución de BI	<input type="radio"/>				
Presentación de informes en la solución de BI	<input type="radio"/>				

14. Una vez entregada la solución de BI de datos del uso de biofertilizantes microbianos.  
**PV3. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con el cumplimiento de los objetivos de la solución? \***

	Nada	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Fortalecimiento de la visualización de datos de uso de biofertilizantes microbianos en cultivo de importancia económica en América Latina.	<input type="radio"/>				
Funcionalidad completa de la solución de BI	<input type="radio"/>				
Herramienta para la toma de decisiones basada en los datos	<input type="radio"/>				
Generación de nuevo conocimiento	<input type="radio"/>				
Representación de toda la información en la solución de BI	<input type="radio"/>				

⋮

15. **PV4. ¿Cómo calificaría usted, de manera general la solución de BI para el análisis y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivos de importancia económica en América Latina? \***

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Nada Satisfecho
Muy Satisfecho

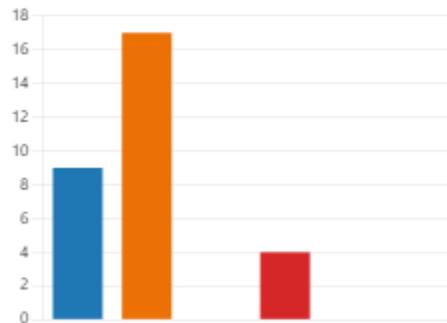
## Anexo H. Resultados de la Encuesta: Solución BI para la Visualización de Datos del Uso de Biofertilizantes Microbianos.

### 1. Edad

[Más detalles](#)

[Información](#)

<span style="color: blue;">●</span> Hasta 20 años	9
<span style="color: orange;">●</span> Entre 21 y 24 años	17
<span style="color: green;">●</span> Entre 25 y 34 años	0
<span style="color: red;">●</span> Entre 35 y 44 años	4
<span style="color: purple;">●</span> Entre 45 y 54 años	0
<span style="color: brown;">●</span> Mayor de 55 años	0



## 2. Genero

[Más detalles](#)

[Información](#)

● Masculino	11
● Femenino	19



## 3. Formación de grado

[Más detalles](#)

[Información](#)

● Ciencias aplicadas y-o afines	7
● Ciencias de la vida y-o afines	22
● Salud y-o afines	0
● Administración y-o afines	0
● Ciencias sociales, Educación y-o...	1

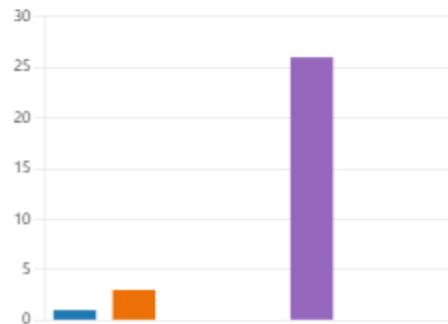


## 4. Relación con el proyecto

[Más detalles](#)

[Información](#)

● Investigador Asociado (externo ...	1
● Docente Investigador UTN	3
● Técnico Docente UTN	0
● Tesista UTN	0
● Estudiante de Apoyo UTN	26
● Personal de Laboratorio UTN	0
● Personal Administrativo UTN	0



5. PD1. ¿Considera usted, que se han presentado problemas relacionados al proceso de visualización y análisis de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos?

[Más detalles](#)

[Información](#)

● Si	23
● No	7



6. PD2. ¿Considera usted, que se han presentado inconsistencias o confusión al momento de realizar un análisis de datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos, sin el uso de herramientas tecnológicas?

[Más detalles](#)

[Información](#)

● Si	22
● No	8



7. PD3. ¿Considera usted, que los datos sobre el uso de biofertilizantes microbianos recolectados en investigaciones, podrían ser representados de tal manera, que generen mayor valor y una mejor visualización de los mismos?

[Más detalles](#)

[Información](#)

● Si	28
● No	2



8. PD4. ¿Cree usted, que es necesario aplicar herramientas tecnológicas en el proceso de análisis, interpretación y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos?

[Más detalles](#)

[Información](#)

● Si	29
● No	1



9. PD5. ¿Considera usted, útil implementar una solución de BI sobre los datos del uso de biofertilizantes microbianos que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización, para poder mejorar la toma de decisiones de los investigadores del área de la biotecnología vegetal?

[Más detalles](#)

[Información](#)

● Si	30
● No	0



10. PD6. ¿Considera usted, útil que la solución de BI de datos del uso de biofertilizantes microbianos se encuentre disponible en la web y en dispositivos móviles?

[Más detalles](#)

[Información](#)

● Si	29
● No	1



11. PD7. ¿Estaría usted, dispuesto a usar una solución de BI que permita fortalecer el análisis, interpretación y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos?

[Más detalles](#)

[Información](#)

● Si	30
● No	0

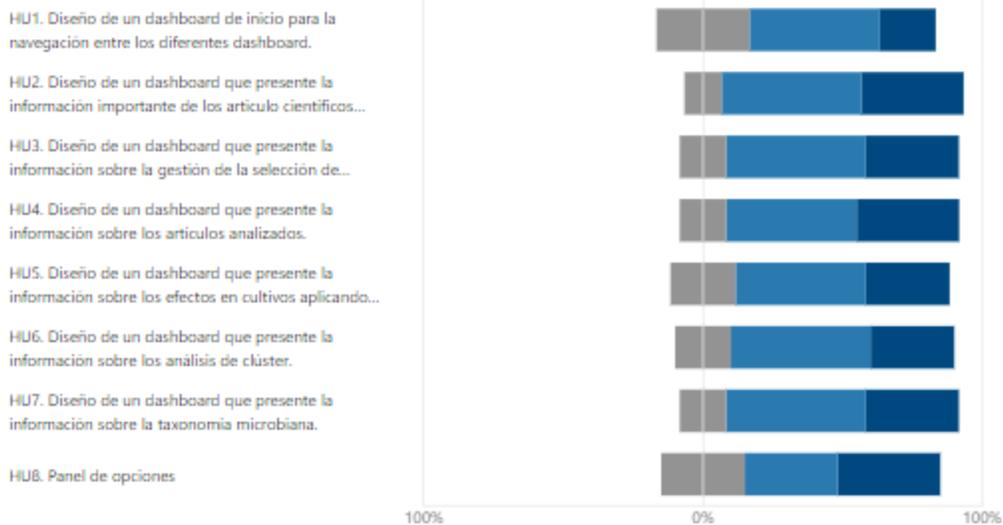


12. Una vez entregada la versión Beta de la solución de BI para el análisis, interpretación y visualización de los datos de uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivos de importancia económica en América Latina.

**PV1. ¿Cuál considera que es el nivel de cumplimiento de los siguientes requerimientos de usuario?**

[Más detalles](#)

■ Nada ■ Bajo ■ Medio ■ Alto ■ Muy Alto

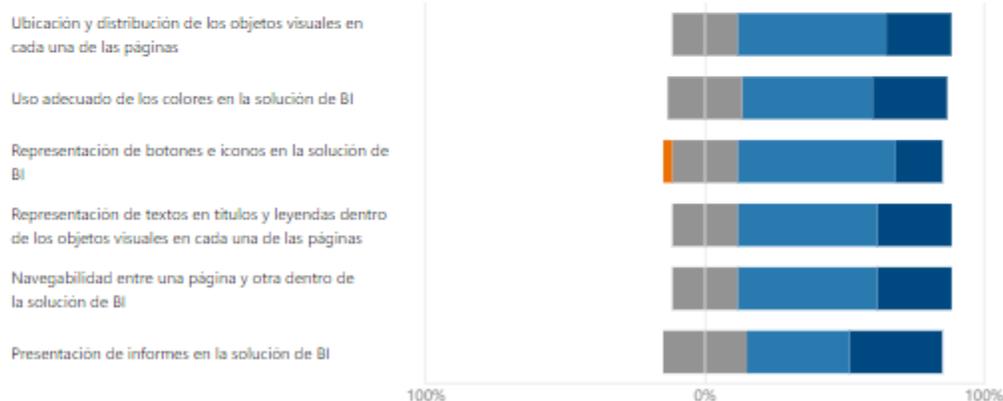


13. Una vez entregada la solución de BI de datos de datos del uso de biofertilizantes microbianos.

**PV2. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con la visualización de la solución de BI?**

[Más detalles](#)

■ Nada ■ Bajo ■ Medio ■ Alto ■ Muy Alto



14. Una vez entregada la solución de BI de datos del uso de biofertilizantes microbianos.

**PV3. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a las siguientes variables relacionadas con el cumplimiento de los objetivos de la solución?**

[Más detalles](#)

■ Nada ■ Bajo ■ Medio ■ Alto ■ Muy Alto



15. **PV4. ¿Cómo calificaría usted, de manera general la solución de BI para el análisis y visualización de datos del uso de biofertilizantes microbianos asociados a cultivos de importancia económica en América Latina?**

[Más detalles](#)

Promotores	24
Pasivos	6
Detractores	0

