

RETOÑAR LA TIERRA A TRAVÉS DE LOS BIOMATERIALES

Exploración material a partir de abundancias territoriales de la ciudad de Tacámbaro

Tesis que para obtener el grado de
Maestra en Diseño Avanzado

Presenta:
Arq. Raquel Melchor Asta

Director:
Dr. Juan Carlos Lobato Valdespino

Codirector:
Dr. Habid Becerra Santacruz

Mesa sinodal:
Mtro. Alejandro Weiss Munchmeyer
MDA. Ana Cecilia Botello Gómez
M. en Arq. Jorge Humberto Flores Romero

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Facultad de Arquitectura
Maestría en Diseño Avanzado
20-22

Con apoyo del **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología**
Morelia, Michoacán, México
Octubre 2022



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



UMSNH
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



FAUM
Facultad de Arquitectura



MAESTRÍA
EN DISEÑO AVANZADO

RETOÑAR LA TIERRA A TRAVÉS DE LOS BIOMATERIALES

Exploración material a partir de abundancias territoriales de la ciudad de Tacámbaro

2022

Master thesis by

Arq. Raquel Melchor Asta

Supervision by

Dr. Juan Carlos Iobato Valdespino

Dr. Habid Becerra Santacruz

RETOÑAR LA TIERRA A TRAVÉS DE LOS BIOMATERIALES

Exploración material a partir de abundancias territoriales de la ciudad de Tacámbaro

*Tesis "Retoñar la tierra a través de los biomateriales.
Exploración material a partir de abundancias territoriales
de la ciudad de Tacámbaro" 2020-22*

© del texto y de la edición: Raquel Melchor Asta, 2022

Revisión: Dr. Juan Carlos Iobato Valdespino

Dr. Haid Becerra Santacruz

Impresión: Dummy soluciones impresas

Impreso en México / printed in Mexico

Esta obra está protegida bajo una licencia de
creative Commons atribución-no comercial-compartir igual
(CC BY-NC-SA 4.0)



Con apoyo del consejo nacional de ciencia y tecnología
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
División de estudios de Posgrado
Facultad de Arquitectura
Maestría en Diseño Avanzado

A ti, que siempre estuviste para mí, un paso más por ti.

AGRADECIMIENTOS

A todos los que me apoyaron en cada etapa de esta nueva aventura. A mi familia, mis padres por su apoyo incondicional, a mis hermanos por soportarme siempre, a ti mi mámele que, aunque ya no estés, me apoyaste y acompañaste siempre. A ti mi complemento, por animarme y motivarme en cada momento.

A mis compañeros, a esos grandes amigos que nacieron en esta etapa y a los profesores de la maestría que creyeron más en mí que yo misma, por tanto, aprendizaje y tantas nuevas experiencias brindadas. A mi director, a mi codirector y mis sinodales, por su valioso tiempo, su conocimiento y por darme el impulso para concluir esta tesis.

Y finalmente a mí, por no desistir a pesar de todas esas fases de crisis vividas en el transcurso de la MDA y de esta tesis, por tener el valor de afrontar, la sabiduría de respirar y el coraje de seguir adelante, como esos valores que definen mi vida.

LISTA DE TABLAS

Tabla 01	Ficha de evaluación material. Elaboración propia (2022).	105
Tabla 02	Ficha de descripción material. Elaboración propia (2022).	108
Tabla 03	Resultados de la exploración 01. Elaboración propia (2022).	112
Tabla 04	Resultados de la exploración 02. Elaboración propia (2022).	113
Tabla 05	Resultados de la exploración 03. Elaboración propia (2022).	114
Tabla 06	Resultados de la exploración 04. Elaboración propia (2022).	115
Tabla 07	Resultados de la exploración 05. Elaboración propia (2022).	116
Tabla 08	Resultados de la exploración 06. Elaboración propia (2022).	117
Tabla 09	Resultados de la exploración 07. Elaboración propia (2022).	118
Tabla 10	Resultados de la exploración 08. Elaboración propia (2022).	119
Tabla 11	Resultados de la exploración 09. Elaboración propia (2022).	120
Tabla 12	Resultados de la exploración 10. Elaboración propia (2022).	121
Tabla 13	Resultados de la exploración 11. Elaboración propia (2022).	122
Tabla 14	Resultados de la exploración piloto, evaluación básica. Elaboración propia (2022).	123
Tabla 15	Resultados de la exploración piloto, evaluación performativa. Elaboración propia (2022).	123
Tabla 16	Resultados de la exploración 12. Elaboración propia (2022).	126
Tabla 17	Resultados de la exploración 13. Elaboración propia (2022).	127
Tabla 18	Resultados de la exploración 14. Elaboración propia (2022).	128
Tabla 19	Resultados de la exploración 15. Elaboración propia (2022).	129
Tabla 20	Resultados de la exploración 16. Elaboración propia (2022).	130
Tabla 21	Resultados de la exploración 17. Elaboración propia (2022).	131
Tabla 22	Resultados de la exploración 18. Elaboración propia (2022).	132
Tabla 23	Resultados de la exploración 19. Elaboración propia (2022).	133
Tabla 24	Resultados de la exploración 20. Elaboración propia (2022).	134
Tabla 25	Resultados de la exploración 21. Elaboración propia (2022).	135
Tabla 26	Resultados de la exploración 22. Elaboración propia (2022).	136
Tabla 27	Resultados de la segunda etapa evaluación básica. Elaboración propia (2022).	137
Tabla 28	Resultados de la segunda etapa evaluación performativa. Elaboración propia (2022).	137
Tabla 29	Resultados de la exploración 23. Elaboración propia (2022).	140
Tabla 30	Resultados de la exploración 24. Elaboración propia (2022).	141
Tabla 31	Resultados de la exploración 25. Elaboración propia (2022).	142
Tabla 32	Resultados de la exploración 26. Elaboración propia (2022).	143
Tabla 33	Resultados de la exploración 27. Elaboración propia (2022).	144
Tabla 34	Resultados de la exploración 28. Elaboración propia (2022).	145
Tabla 35	Resultados de la exploración 29. Elaboración propia (2022).	146
Tabla 36	Resultados de la exploración 30. Elaboración propia (2022).	147
Tabla 37	Resultados de la exploración 31. Elaboración propia (2022).	148
Tabla 38	Resultados de la exploración 32. Elaboración propia (2022).	149

Tabla 39	Resultados de la exploración 33. Elaboración propia (2022).	150
Tabla 40	Resultados de la exploración 34. Elaboración propia (2022).	151
Tabla 41	Resultados de la exploración 35. Elaboración propia (2022).	152
Tabla 42	Resultados de la exploración 36. Elaboración propia (2022).	153
Tabla 43	Resultados de la exploración 37. Elaboración propia (2022).	154
Tabla 44	Resultados de la exploración 38. Elaboración propia (2022).	155
Tabla 45	Resultados de la exploración 39. Elaboración propia (2022).	156
Tabla 46	Resultados de la exploración 40. Elaboración propia (2022).	157
Tabla 47	Resultados de la exploración 41. Elaboración propia (2022).	158
Tabla 48	Resultados de la exploración 42. Elaboración propia (2022).	159
Tabla 49	Resultados de la exploración 43. Elaboración propia (2022).	160
Tabla 50	Rango de medición material. Elaboración propia (2022).	161
Tabla 51	Resultados de las pruebas de resistencia a la humedad. Elaboración propia (2022).	163
Tabla 52	Resultados de las pruebas de resistencia a la flexión. Elaboración propia (2022).	165
Tabla 53	Resultados de las pruebas de resistencia al fuego. Elaboración propia (2022).	165
Tabla 54	Resultados de las pruebas de resistencia a la perforación. Elaboración propia (2022).	168
Tabla 55	Resultados de las pruebas de resistencia al corte. Elaboración propia (2022).	168
Tabla 56	Muestras de bagazo sometidas a compresión. Elaboración propia (2022).	175
Tabla 57	Muestras de huinuma sometidas a compresión. Elaboración propia (2022).	176
Tabla 58	Muestras de material combinado sometidas a compresión. Elaboración propia (2022).	177
Tabla 59	Prototipo 1 del aglomerado. Elaboración propia (2022).	186
Tabla 60	Prototipo 2-2 del aglomerado. Elaboración propia (2022).	188
Tabla 61	Prototipo 3 del aglomerado. Elaboración propia (2022).	190
Tabla 62	Prototipo 4 del aglomerado. Elaboración propia (2022).	192
Tabla 63	Prototipo 5 baldosa. Elaboración propia (2022).	199
Tabla 64	Prototipo 6 baldosa hexagonal con textura. Elaboración propia (2022).	201
Tabla 65	Desglose de precios. Elaboración propia (2022).	207

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Abstract Gráfico. Elaboración propia (2022).	00
Figura 02	Objetivos del proyecto de investigación. Elaboración propia (2022).	05
Figura 03	Elementos que conforman el capítulo acercamiento. Elaboración propia (2022).	07
Figura 04	Línea del tiempo de los materiales en la humanidad. Elaboración propia (2022).	09
Figura 05	Composición porcentual de los residuos en México. Elaboración propia con datos del diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos (2020).	11
Figura 06	Composición porcentual de los residuos agroindustriales en México. Elaboración propia con datos del diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos (2020).	12
Figura 07	Generación de biomasa residual agrícola por estado. Elaboración propia con datos del diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos (2020).	12
Figura 08	Elementos que conforman el capítulo entendimiento. Elaboración propia (2022).	18
Figura 09	Elementos que conforman el marco teórico. Elaboración propia (2022).	19
Figura 10	Estructura de la economía lineal. Acosta L. (s/f). Recuperada de: https://ecogreenmundo.com/diferencias-entre-la-economia-circular-y-la-economia-lineal/	21
Figura 11	Estructura de la economía circular. Acosta L. (s/f). Recuperada de: https://ecogreenmundo.com/diferencias-entre-la-economia-circular-y-la-economia-lineal/	23
Figura 12	Principios de la economía circular de Ellen MacArthur foundation. MacArthur E. (2014). Recuperada de: https://ecolana.com.mx/articulo/hacia-una-economia-circular-fundacion-ellen-macarthur	23
Figura 13	Diagrama mariposa de Ellen MacArthur foundation. MacArthur E. (s/f). Recuperada de: https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram	24
Figura 14	El cambio de producción por la Revolución Industrial. Máxima J. (2020). Recuperada de: https://www.caracteristicas.co/revolucion-industrial/	28
Figura 15	Triángulo de la sustentabilidad. GiroSalut. (2022). Recuperada de: https://girosalut.org/los-3-pilares-del-desarrollo-sostenible/	28
Figura 16	Chapas de madera creadas a partir de cáscaras y hojas de maíz diseñadas por Fernando Laposse. Lincoln (2021). Recuperada de: https://www.admagazine.com/disenio/fernando-laposse-tejiendo-mexico-diseno-20210715-8721-articulos	28
Figura 17	Ciclos de vida de los productos. Elaboración propia con datos de Zero Consulting (2018).	29
Figura 18	Ciclos The cradle to cradle. Braungart M. y McDonough W. (2005). Recuperada de: https://www.terra.org/categorias/libros/cradle-cradle-de-la-cuna-la-cuna	29
Figura 19	Ideología del Hazlo Tú mismo. Brzezinski V. (2021). Recuperada de: https://www.thetimes.co.uk/article/can-you-fix-it-youtube-best-diy-tutorials-tips-avoid-p3ksjwhfv	31
Figura 20	Gráfica DIY material. Rognoli V. (2022). Recuperada de: http://materialexperiencelab.com/toward-design-strategies-for-diy-materials	32
Figura 21	Diversificación del DIY en el mundo biomaterial. Elaboración propia (2022).	33
Figura 22	Logo de la Open Source Initiative. OSI (s/f). Recuperada de: https://openexpoerpeurope.com/es/company/open-source-initiative/	33
Figura 23	Portada del libro Recipes for Material Activism. Ribul M. (2014). Recuperada de: https://issuu.com/miriamribul/docs/miriam_ribul_recipes_for_material_a	34

Figura 24	Conjunto de biomateriales. Jesús M. (2021). Recuperada de: https://www.elledecor.com/es/diseño/a35805677/materiales-sostenibles-biodegradables/	35
Figura 25	Biocompuesto de cáscara de huevo. Perales S. (2022). Recuperada de: https://materiom.org/recipe/658	35
Figura 26	Bioplástico de cáscara de naranja. Elaboración propia (2022).	36
Figura 27	Residuo orgánico generado en viviendas. García D. (2021). Recuperada de: https://www.molok.com/es/blog/residuos-org%C3%A1nicos-las-10-dudas-m%C3%A1s-comunes	37
Figura 28	Residuo agroindustrial del maíz. Perea E. (2020). Recuperada de: https://imagenagropecuaria.com/2020/aprovechar-residuos-de-cosecha-con-bioinsumos-agricolas-alternativa-a-quimicos/	38
Figura 29	Contaminación del aire por quema de campos de producción de alimentos. Alvarado R. (2018). Recuperada de: http://www.agronomia.uchile.cl/noticias/145706/quemas-agricolas-una-de-las-causantes-de-la-contaminacion-en-lar-m	39
Figura 30	Elementos que conforman el estado del arte. Elaboración propia (2022).	42
Figura 31	Logo de Biology Studio. Biology Studio. (2022). Recuperada de: https://biologystudio.com.mx/	42
Figura 32	Edith Medina fundadora de Biology Studio. Biology Studio. (2022). Recuperada de: https://biologystudio.com.mx/	43
Figura 33	Equipo de Biology studio desarrollando biomateriales. Biology Studio. (2022). Recuperada de: https://biologystudio.com.mx/	43
Figura 34	Textil biopolimérico base grana cochinilla con fibras de henequén. Biology Studio. (2022). Recuperada de: https://www.quintatrends.com/2021/06/biology-studio-investigacion-biomateriales-mexico.html	44
Figura 35	Logo de LABVA. LABVA (2022). Recuperada de: https://www.facebook.com/somosLABVA	45
Figura 36	Equipo LABVA. LABVA (2022). Recuperada de: https://abiartodediseño.mx/expo_central/LABVA-laboratorio-biomateriales-valdivia/	45
Figura 37	Lámina de celulosa bacteriana implementada en propuestas de packaging. LABVA (2022). Recuperada de: https://www.facebook.com/somosLABVA	46
Figura 38	Biopostal hecha de lechuga de mar colectada en palqui, Chiloé. LABVA (2022). Recuperada de: https://www.facebook.com/somosLABVA	47
Figura 39	Logo de Biohm. Biohm (2022). Recuperada de: https://www.facebook.com/biohmhome	47
Figura 40	Ehab Sayed fundador de Biohm. Biohm (2022). Recuperada de: https://www.facebook.com/biohmhome	49
Figura 41	Panel Mycelium de aislamiento a partir de micelio. Biohm (2022). Recuperada de: https://www.facebook.com/biohmhome	50
Figura 42	Biocompuesto Orb. Biohm (2022). Recuperada de: https://www.facebook.com/biohmhome	51
Figura 43	Piezas Chip[s] board. Chip[s] Board (2022). Recuperada de: https://www.linkedin.com/company/chipsboard-ltd/	52

Figura 44	Industria McCain foods productora de papa. Chip[s] Board (2021). Recuperada de: https://www.chipsboard.com/about-us	52
Figura 45	Proceso de diseño de Chip[s] board. Chip[s] Board (2021). Recuperada de: https://www.chipsboard.com/about-us	47
Figura 46	Aglomerado Chip[s] board. Dales N. (2019). Recuperada de: https://idsnmow.blogspot.com/2019/01/chips-board_14.html	47
Figura 47	Bioplástico Parblex. Azure Publishing (2021). Recuperada de: https://www.azuremagazine.com/spec-sheets/parblex/	54
Figura 48	Logo de Coco pallet. Coco Pallet International BV (2020). Recuperada de: https://www.cocopallet.com	54
Figura 49	Michael Vos fundador de Coco pallet. EconoSus (2022). Recuperada de: https://economiasustentable.com/noticias/madera-por-cáscaras-de-coco-crean-pallets-biodegradables-y-buscan-salvar-a-millones-de-arboles	55
Figura 50	Residuos del coco en zona productiva. Coco Pallet International BV (2020). Recuperada de: https://www.cocopallet.com	56
Figura 51	Características de la tarima de coco pallet. Coco Pallet International BV (2020). Recuperada de: https://www.cocopallet.com	56
Figura 52	Comparativa de las características entre una tarima tradicional de madera vs. una de Coco pallet. Elaboración propia con datos de Coco pallet (2020).	57
Figura 53	Logo de CornBoard manufacturing Inc. Corn Board (s/f). Recuperada de: https://www.cornboard.com/	57
Figura 54	Jane Segerstrom fundador de CornBoard manufacturing Inc. Corn Board (s/f). Recuperada de: https://www.cornboard.com/	58
Figura 55	Maquinaria para fabricar paneles. Corn Board (s/f). Recuperada de: https://www.cornboard.com/	59
Figura 56	Tablas de surf de la marca Stalk it. Stalk it (s/f). Recuperada de: https://www.stalkit.com/	60
Figura 57	Aglomerados de CornBoard. Peace Pallet (2023). Recuperada de: https://www.peacepallet.com/	61
Figura 58	Proceso de producción de los tableros de Koko board ltd. Kokoboard (2022). Recuperada de: https://www.facebook.com/kokoboard	61
Figura 59	Aglomerado de paja de arroz Koko board ltd. Kokoboard (2022). Recuperada de: https://www.facebook.com/kokoboard	62
Figura 60	Diferentes aglomerados de Koko board ltd. Kokoboard (2022). Recuperada de: http://www.kokoboard.com/en/eco-board/	63
Figura 61	Jasmin Castagnaro fundadora de Miyuca. Sperandio M. (2018). Recuperada de: https://franzmagazine.com/2018/02/02/jasmin-castagnaro-come-natura-crea-designer-interpreta/	63
Figura 62	Biomaterial de Miyuca. MIYUCA Design Studio (2022). Recuperada de: https://www.facebook.com/miyucadesignstudio	64
Figura 63	Proceso de fabricación de las lámparas. MIYUCA Design Studio (2022). Recuperada de: https://www.miyuca.it/	65

Figura 64	Productos LAAB de Miyuca, lampara de techo. MIYUCA Design Studio (2022). Recuperada de: https://www.miyuca.it/	66
Figura 65	Otros productos de Miyuca. MIYUCA Design Studio (2022). Recuperada de: https://www.facebook.com/miyucadesignstudio	71
Figura 66	Elementos que conforman el capítulo procedimiento. Elaboración propia (2022).	68
Figura 67	Diagrama general de la metodología experimental de la MDA. Elaboración propia (2022).	69
Figura 68	Del territorio al material. LABVA (2022). Recuperada de: https://www.labva.org/	76
Figura 69	Diagrama de la metodología experimental de LABVA. Elaboración propia con datos de LABVA (2022).	77
Figura 70	Diagrama del Material Driven Design Method (MDD). Karana et. al. (2015).	79
Figura 71	Visualización de conjuntos de datos 'modestos' como 'patrones de experiencia de materiales' basados en el Modelo de Significados de los Materiales. Karana et. al. (2009).	81
Figura 72	Descripción del MDD. Elaboración propia con datos de Karana et al. (2015).	85
Figura 73	Metodología final del proyecto de investigación. Elaboración propia (2022).	87
Figura 74	Elementos que conforman el capítulo de antecedentes. Elaboración propia (2022).	87
Figura 75	Ubicación del municipio de Tacámbaro dentro de México. Elaboración propia (2022).	89
Figura 76	Mapa del clima del municipio de Tacámbaro. Elaboración propia (2022).	91
Figura 77	Mapa de la flora del municipio de Tacámbaro. Elaboración propia (2022).	91
Figura 78	Topografía longitudinal del municipio de Tacámbaro con abundancias. Elaboración propia (2022).	92
Figura 79	Diagrama abundancias productivas por superficie del municipio. Elaboración propia con datos de INEGI y SIAP (2020).	93
Figura 80	Diagrama abundancias productivas por volumen de producción del municipio. Elaboración propia con datos de INEGI y SIAP (2020).	94
Figura 81	Abundancias productivas del municipio de Tacámbaro. Elaboración propia (2022).	95
Figura 82	Abundancias naturales bosque de pino y encino del municipio de Tacámbaro. Elaboración propia (2022).	97
Figura 83	Origen de las abundancias elegidas para la experimentación. Elaboración propia (2022).	99
Figura 84	Ciclo de vida del pino. Facultad de Ciencias Agrarias. (2012). Recuperada de: http://www.biologia.edu.ar/botanica/animaciones/ciclos/pino/paginas/pino/ciclo%20pino.htm	103
Figura 85	Proceso de producción del azúcar de caña. SUCDEN (2022). Recuperada de: https://www.sucden.com/es/products-and-services/sugar/process-flowcharts/	101
Figura 86	Componentes de una mezcla biomaterial. Elaboración propia (2022).	101
Figura 87	Utensilios requeridos para la producción biomaterial. Elaboración propia (2022).	107
Figura 88	Materiales utilizados en las exploraciones. Elaboración propia (2022).	111
Figura 89	Caracterización material MDD. Rognoli V. (2022). Recuperada de: http://materialsexperiencelab.com/material-driven-design-method-mdd	124
Figura 90	Elementos que conforman el capítulo exploraciones. Elaboración propia (2022).	124
Figura 91	Matriz de las iteraciones del proyecto de investigación. Elaboración propia (2022).	124
Figura 92	Materia prima obtenida del residuo de zarzamora. Elaboración propia (2021).	162
Figura 93	Gráfica de los resultados de las exploraciones "piloto". Elaboración propia (2022).	163
Figura 94	Tratamiento del bagazo de caña. Elaboración propia (2022).	164

Figura 95	Gráfica de los resultados de la segunda etapa de exploraciones. Elaboración propia (2022).	166
Figura 96	Muestras para las pruebas físicas. Elaboración propia (2022).	167
Figura 97	Muestras para las pruebas físicas. Elaboración propia (2022).	169
Figura 98	Fotografías de la aplicación de la prueba de resistencia a la humedad. Elaboración propia (2022).	170
Figura 99	Fotografías de la aplicación de la prueba de resistencia a la flexión. Elaboración propia (2022).	171
Figura 100	Fotografías de la aplicación de la prueba de resistencia al fuego. Elaboración propia (2022).	172
Figura 101	Fotografías de la aplicación de la prueba de resistencia a la perforación. Elaboración propia (2022).	173
Figura 102	Fotografías de la aplicación de la prueba de resistencia al corte. Elaboración propia (2022).	174
Figura 103	Gráfica de los resultados de las pruebas de resistencia básicas. Elaboración propia (2022).	175
Figura 104	Equipo especializado para pruebas de compresión del laboratorio de la FAUM. Elaboración propia (2022).	175
Figura 105	30 Muestras para las pruebas de compresión. Elaboración propia (2022).	176
Figura 106	Muestras para las pruebas de compresión. Elaboración propia (2022).	176
Figura 107	Gráfica del comportamiento a la compresión de las muestras de bagazo. Elaboración propia (2022).	177
Figura 108	Prueba de compresión en una muestra de bagazo. Elaboración propia (2022).	
Figura 109	Gráfica del comportamiento a la compresión de las muestras de huinumo. Elaboración propia (2022).	178
Figura 110	Prueba de compresión en una muestra de huinumo. Elaboración propia (2022).	182
Figura 111	Gráfica de la resistencia a la compresión de las muestras de material combinado. Elaboración propia (2022).	183
Figura 112	Prueba de compresión en una muestra de bagazo. Elaboración propia (2022).	183
Figura 113	Gráfica de la resistencia a la compresión de las muestras de biomateriales. Elaboración propia (2022).	184
Figura 114	Elementos que conforman el capítulo implemento. Elaboración propia (2022).	185
Figura 115	Ventana de oportunidad dentro del ciclo de vida de la caña de azúcar. Elaboración propia (2022).	187
Figura 116	Estructura temporal dentro de un campo de cultivo de caña de azúcar. Elaboración propia (2022).	189
Figura 117	Aglomerados de madera comercial. Materia Efímera (2019). Recuperada de: https://materiaefimera.com/glosario/aglomerado/	191
Figura 118	Prototipos de panel de aglomerado del biomaterial de 30x30 cm. Elaboración propia (2022).	193
Figura 119	Molde para la fabricación de las placas del biomaterial. Elaboración propia (2022).	195
Figura 120	Prototipo 1 del aglomerado. Elaboración propia (2022).	196
Figura 121	Prototipo 2-1 del aglomerado. Elaboración propia (2022).	197
Figura 122	Prototipo 3 del aglomerado. Elaboración propia (2022).	198
Figura 123	Prototipo 4 del aglomerado. Elaboración propia (2022).	200
Figura 124	Especulación con el material aplicado 1. Elaboración propia (2022).	200
Figura 125	Especulación con el material aplicado 2. Elaboración propia (2022).	202
Figura 126	Molde para la fabricación de las baldosas. Elaboración propia (2022).	203
Figura 127	Piezas de MDF para la fabricación del molde. Elaboración propia (2022).	203
Figura 128	Molde para la fabricación de las baldosas. Elaboración propia (2022).	204
Figura 129	Molde básico para baldosa hexagonal. Elaboración propia (2022).	205

Figura 130	Prototipo 5 baldosa. Elaboración propia (2022).	200
Figura 131	Prototipo 6 baldosa hexagonal con textura en molde. Elaboración propia (2022).	202
Figura 132	Prototipo 6 baldosa hexagonal con textura. Elaboración propia (2022).	203
Figura 133	Prototipo 6 baldosa hexagonal con textura. Elaboración propia (2022).	203
Figura 134	Especulación con el material aplicado 1. Elaboración propia (2022).	204
Figura 135	Especulación con el material aplicado 2. Elaboración propia (2022).	205
Figura 136	Logo del biomaterial. Elaboración propia (2022).	206
Figura 137	Logo del biomaterial en positivo y negativo. Elaboración propia (2022).	206
Figura 138	Especulación de un panel de medida comercial. Elaboración propia (2022).	207

En la actualidad, uno de los problemas más tangibles y menos atendidos a nivel mundial es de los residuos, la generación y acumulación de estos representa diferentes problemáticas, para la salud, el medio ambiente, la economía y la sociedad. De seguir sin actuar de manera directa en este problema, las próximas generaciones se enfrentarán a la impotencia de poder hacerse cargo de la cantidad de residuos existentes en el planeta, pues, desde el siglo XX, a mayor población, mayor es el desecho generado, y pocas las estrategias o acciones para minimizarlo o aprovecharlo. Los residuos son solo la punta de lanza, pues además representan un gasto energético y el agotamiento de los recursos naturales, que implica la producción de todos los productos, antes de convertirse en residuos.

Por lo que, a partir de lo anterior y de experiencias propias con los procesos experimentales en biomateriales, surge este proyecto de investigación, cuya finalidad es aportar en el campo de los biomateriales a partir de residuos orgánicos abundantes del territorio, y a través del mismo cambiar la percepción de residuos como un producto sin valor y darle un valor como materia prima para nuevos productos, para lo cual se utiliza un método o proceso de diseño experimental, a través del cual se busca transformar esta materia. Los residuos empleados, son de carácter agroindustrial y natural.

Este proyecto pretende descubrir las características y propiedades del biomaterial a partir de los resultados de la experimentación con estos residuos, y con ellos ver sus posibilidades en la creación de un nuevo producto, busca contribuir al conocimiento biomaterial y ser base para futuras investigaciones en este campo.

Palabras clave: Residuos orgánicos | Experimentación | Biomaterial | Biocompuesto | Diseño sustentable

ABSTRACT

Currently, one of the most tangible and least attended problems worldwide is waste, the generation and accumulation of which represents different problems for health, the environment, the economy and society. If we continue not to act directly on this problem, the next generations will face the impotence of being able to take care of the amount of waste on the planet, because, since the twentieth century, the larger the population, the greater the waste generated, and few strategies or actions to minimize or take advantage of it. Waste is just the tip of the spear, since it also represents an energy expense and the depletion of natural resources, which implied the production of all products, before becoming waste.

Therefore, from the above and own experiences with experimental processes in biomaterials, this research project arises, whose purpose is to contribute in the field of biomaterials from abundant organic waste of the territory, and through the same change the perception of waste as a product without value and give it a value as raw material for new products, for which a method or experimental design process is used, through which it seeks to transform this material. The wastes used are agro-industrial and natural.

This project aims to discover the characteristics and properties of the biomaterial from the results of the experimentation with these wastes, and with them to see their possibilities in the creation of a new product, it seeks to contribute to biomaterial knowledge and be the basis for future research in this field.

Keywords: Organic wastes | Experimentation | Biomaterial | Bio composite | Sustainable Design

Abstract Gráfico

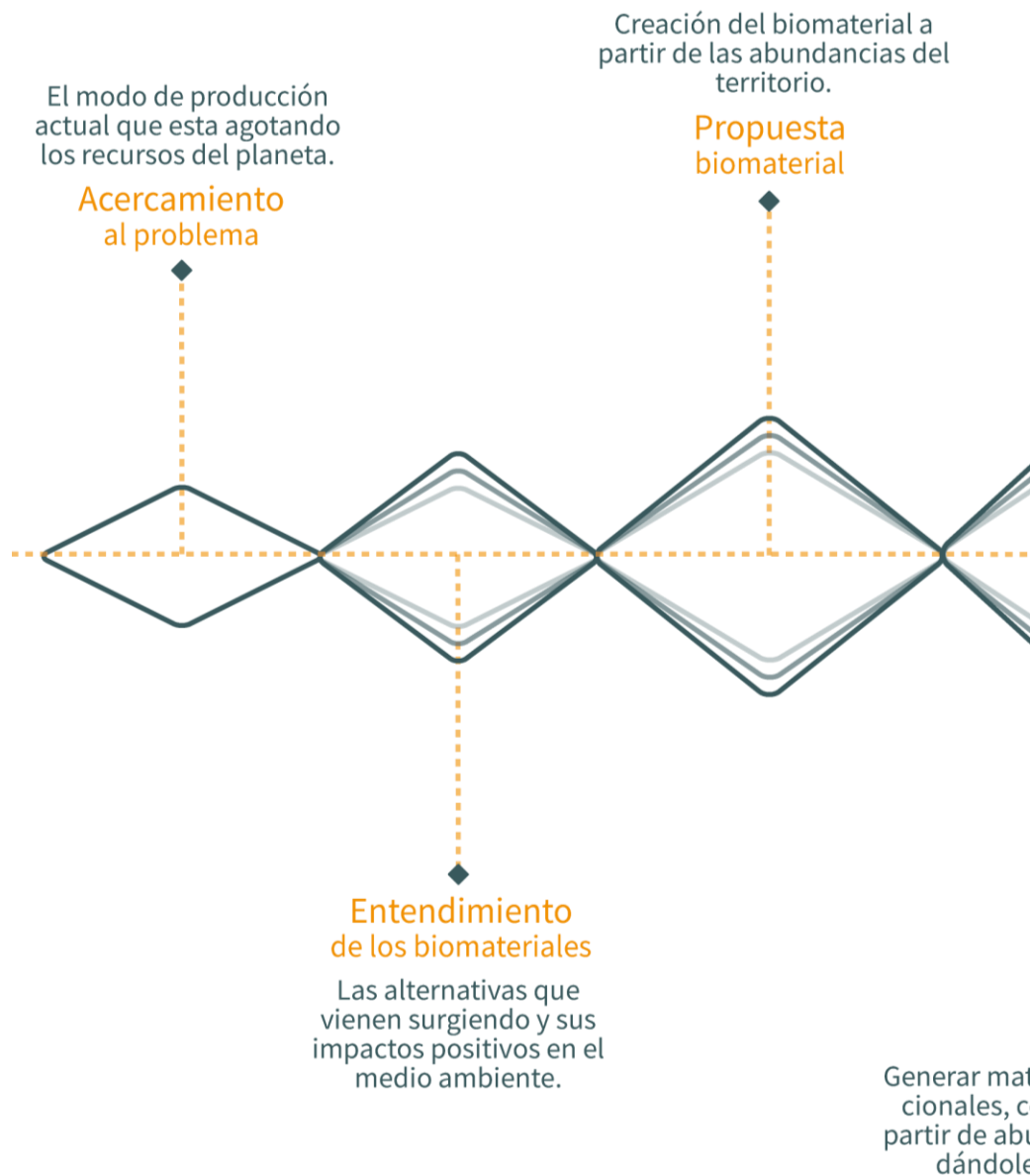
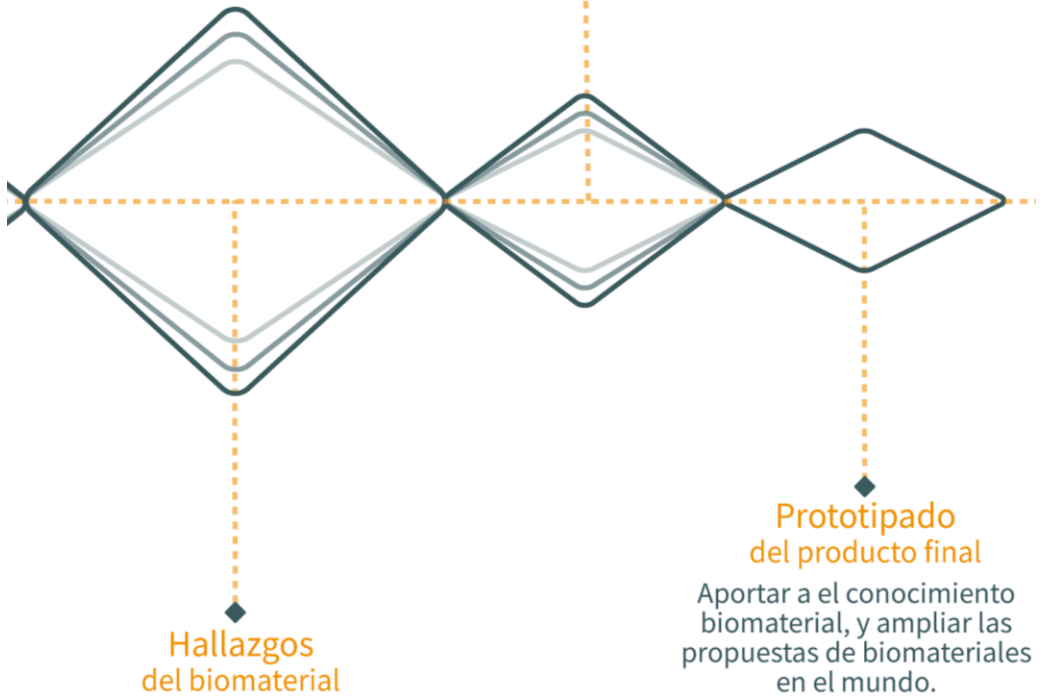


Fig.01 Abstract Gráfico.

a
lel

- Componentes orgánicos y accesibles.
- Procesos replicables y perfectibles.
- Producto que crea una economía circular.

Oportunidad
del biomaterial



erar materiales alternativos a los conven-
onales, con características particulares a
tir de abundancias y productos orgánicos,
dándoles la cualidad de biomaterial.

Tabla de contenido

"Cuanto más se dividen los obstáculos son más fáciles
de vencer" Concepción arenal (1820-1893)
Escritora y socióloga española.

Agradecimientos
Lista de tablas
Lista de figuras
Resumen
Abstract
Abstract Gráfico
Tabla de contenidos

Introducción	01
Objetivos	03
Una miniatura de lo que viene	04
Capítulo 01 Acercamiento	05
Antecedentes.....	07
Planteamiento del problema.....	10
Justificación.....	14
Capítulo 02. Entendimiento	15
Marco teórico conceptual.....	17
Economía lineal.....	17
Economía circular.....	19
Diseño sustentable.....	22
Cradle to cradle.....	27
Filosofías DIY, CIY, GIY.....	30
Open source.....	33
Biomateriales.....	35
Residuos agroindustriales.....	36
Estado del arte.....	40
Laboratorios.....	40
a) Biology studio (México)	42
b) LABVA (Chile)	44
c) Biohm (Londres)	46
Productos.....	50
a) Chip[s] board.....	50
b) Coco pallet.....	54
c) Corn Board manufacturing Inc.	57
d) Koko board ltd.....	59
e) Miyuca.....	62

Aportaciones y postura personal.....	67
Capítulo 03. Procedimiento.....	69
Metodología experimental propuesta.....	71
Diseño basado en la biodiversidad.....	72
Material Driven Design	75
Capítulo 04. Antecedentes.....	83
Análisis del territorio.....	85
Identificación de abundancias.....	91
Selección de abundancias.....	95
Comprensión de la mezcla.....	100
Protocolo de evaluación.....	104
Capítulo 05. Experimento.....	109
Exploraciones "piloto".....	111
Exploraciones segunda etapa biocompuestos.....	125
Tercera etapa muestras.....	139
Evaluación de los materiales	161
Capítulo 06. Implemento.....	179
Propuestas de diseño objetual.....	181
Identidad del producto.....	206
Costo del producto.....	207
Conclusiones.....	209
Glosario de términos.....	211
Bibliografía.....	213

El diseño avanzado se basa principalmente en resolver problemas complejos a partir de un proceso creativo, con el cual se puede incidir en la transformación de una sociedad. Este consiste no solo en el diseño de un producto final, sino en el diseño de procesos iterativos, en donde cada proceso se alimenta de un proceso anterior y así sucesivamente hasta que se identifica un momento en donde el proceso se ha enriquecido y se es capaz de generar un producto que responde al objetivo o resuelve el problema inicial. (Onur Mustak Cobanli, 2014).

El presente proyecto se enmarca dentro dos de las líneas de investigación que plantea la Maestría en diseño avanzado (MDA), el diseño experimental para la innovación y diseño para el hábitat sustentable, al ser un proyecto que experimenta con una materia prima natural con la finalidad de generar un nuevo material y así darle un nuevo ciclo de vida de manera sustentable.

La idea de investigación de este trabajo surge en primera instancia a partir de la inspiración, pues debido al acercamiento que la MDA me brinda respecto a los biomateriales, nace el interés genuino en este campo del conocimiento, y un segundo motor de idea nace de reconocer dentro del territorio una problemática ambiental visible, que es el agotamiento de los recursos naturales, y el aumento considerable de los residuos por la principal actividad económica del caso de estudio el municipio de Tacámbaro, Mich. que es la producción agrícola, y que indudablemente ha repercutido en un cambio gradual del clima.

La propuesta de este proyecto de investigación, inició a partir de un proyecto desarrollado de manera individual para la materia de sustentabilidad llamado BIOZARZA, dentro del segundo semestre de la MDA que fue impartido por el Dr. Habid Becerra Santacruz, en el que se buscaba poner en práctica los conceptos de la economía circular y el desarrollo sustentable. Finalmente, el Dr. Habid pasaría a ser codirector del proyecto.

Luego en tercer semestre se tendría como taller experimental un módulo enfocado en los biomateriales, que fue dirigido por el Mtro. Alejandro Weiss Munchmeyer, este taller sería el detonante para que a principios del año 2022 se descartara el anterior tema de estudio que era de un enfoque más urbano y se planteara el presente proyecto. Finalmente, el Mtro. Alejandro formaría parte del proyecto como miembro sinodal.

Economía circular es retener tanto el valor como sea posible de los productos, partes y recursos para crear un sistema que permita una larga vida útil, compartición, digitalización y recuperación de recursos. (WBCSD, 2017)

Desarrollo sustentable es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. (ONU, 2018 p 67)

La problemática parte de la acumulación de residuos en el medio ambiente, que a la vez es parte consecuencia de una cultura consumista, donde el modelo de vida se basa en comprar, usar, tirar y repetir, pero en los últimos años se ha buscado transitar hacia un cambio en el paradigma, a través de entender los ciclos de vida de los productos, y pasar del modo de producción de la cuna a la tumba al de la cuna a la cuna, básicamente que toda materia sea capaz de reintegrarse a la naturaleza o al ciclo de producción de alguna industria, eliminando así el concepto de residuo.

El tema de los residuos y qué realizar con ellos en lugar de botarlos a la basura no es fácil de abordar, pues aún la mayoría de la sociedad no ve los impactos negativos de estos actos de consumismo que parecen tan inofensivos, esto debido al desconocimiento de todo el proceso que hay detrás de cualquier producto que utilizamos diariamente, además de que no solo implica un tema de diseño, sino también temas socioculturales, económicos, entre otros aspectos.

Lamentablemente el tema de los residuos ya nos supera, y la pregunta ya no es simplemente ¿cómo disminuirlos?, sino que ¿hacer con la enorme cantidad de residuos ya existentes a lo largo del planeta?, que día a día están aumentando, es aquí donde se debe atacar inicialmente, como bien menciona el filósofo y diseñador John Thackara.

La disposición final de los mismos es hoy en día uno de los problemas más severos, ya que, si bien existen alternativas que pueden reducir la incidencia en el entorno de un producto que ha llegado al fin de su vida útil, como son la reutilización, el reciclaje, la recuperación de energía y el vertido (Riba, 2002)

En este punto me atrevo a decir que el problema ya no es solo el tema del espacio, sino que es relevante por la serie de problemáticas en ámbitos de la salud pública, la economía, y el

medio ambiente. Además del gasto energético de la producción de los objetos, también su disposición final. Simplemente la economía referida al despilfarro término, pues como menciona Dannoritzer (2010) no hay más lugar para tirar los residuos.

En la primera propuesta de proyecto, se planteó enfocarse en la zarzamora dentro de la localidad, pues esta fruta a alcanzado una producción de 10 mil 650 toneladas y una superficie sembrada de más de mil hectáreas, misma que ha traído beneficios en general a los pobladores de la localidad de Tacámbaro, desde los que manejan los centros de acopio, las empresas de exportación, así como a los agricultores.

Pero que negativamente representaba un desperdicio de fruta de hasta un treinta % del volumen de producción en sus diferentes etapas siendo un estimado de 3 mil 195 toneladas, al menos hasta el 2020-21 era así y este residuo era dejado sobre la tierra a cielo abierto. Pero a finales del año 2021 a la fecha este residuo cobro un valor económico al ser comprado por empresas para la fabricación de mermeladas, entre otros productos, por lo que ya no se ven en los campos este residuo.

Es entonces que para este proyecto se realiza una búsqueda en el territorio y se identifican aquellas abundancias que no tienen un valor, la idea del mismo es tomar estas abundancias y experimentar con la finalidad de generar un biomaterial a través de la iteración de fórmulas existentes, y que dicho biomaterial pueda ser reintegrado en su ciclo productivo o en el territorio, y con ello minimizar sus impactos negativos.

Aquí el papel como diseñador toma un gran valor pues tenemos un rol muy importante en cómo se relacionan las personas con su contexto, ya que una de las etapas más importantes del diseño es el entender cómo funciona un contexto y aprovecharlo al máximo.

A través del desarrollo de este proyecto de investigación se busca realzar el hecho de que existen alternativas a la manera en que se producen materiales y productos, alternativas que democratizan el conocimiento, que permiten ser replicadas, que tienen impactos positivos en su contexto, y que contribuyen a mejorar nuestra situación ambiental actual.

Finalmente, por la postura propia del proyecto de investigación y debido a que el campo del diseño es muy amplio, en este proyecto se explorara la materialidad, tomando en cuenta sus características físicas y propiedades potenciales de las abundancias identificadas, para que por medio del diseño creativo se puedan producir nuevos productos.

Objetivos

General

Diseñar un biomaterial, a partir de la exploración de las abundancias de la ciudad de Tacámbaro, Mich. Con características físicas que puedan ser aprovechadas en la propuesta de un objeto que será integrado en el mismo ciclo de vida de la abundancia o en su contexto.

Específicos

- 1 Lograr un entendimiento sobre el universo de los biomateriales, y sus impactos en la actualidad.
- 2 Entender el territorio e identificar sus abundancias existentes; naturales y productivas.
- 3 Seleccionar una abundancia(s) e identificar sus características materiales.
- 4 Comprender el ciclo de vida y contexto de la abundancia seleccionada, para identificar oportunidades de aplicación.
- 5 Experimentar con la materia prima y con diversos aglutinantes naturales, e identificar sus características físicas y funcionales.
- 6 Caracterizar el material resultante.
- 7 Realizar prototipos de la propuesta objetual, y evaluarlos con la realidad.

Una miniatura de lo que viene

Enfoque de la investigación y contribución al diseño

En el presente documento se desarrolla una duda que nació dentro de la MDA, al percatarme del cruce que existe entre el diseño y la biofabricación, por lo que surgieron dos preguntas esenciales ¿Pueden los residuos ser materia prima en la producción de materiales o productos? Y si la respuesta a esa interrogante es si, ¿Cuáles son las oportunidades que implica para el mundo del diseño?

A través del presente documento se busca obtener las respuestas, y para poder lograrlo se requiere de indagar en los principios que fundamentan cualquier diseño biomaterial.

Ya que la finalidad de esta tesis es que sea algo práctico, se comienza con el entendimiento de la literatura y posturas que fundamentan la generación de biomateriales y esto se ilustra en el capítulo 2, se aprovechó también los conocimientos previos adquiridos durante la maestría en el campo biomaterial, y se indagó en metodologías establecidas que aportaran al proyecto, lo que se puede ver en el capítulo 3.

Con ello se pasó a una etapa experimental descrita en los capítulos 4 y 5, donde se ejecutaron varios experimentos para el entendimiento de la materia prima y de los resultados materiales obtenidos.

La aportación real se da hasta que todos los supuestos que una investigación puede generar se confrontan con la realidad, y comienzan a surgir los inconvenientes, en el capítulo 6 de esta tesis de maestría se concluye con la propuesta de un proyecto de aplicación de diseño del biomaterial obtenido.

Finalmente, en la etapa de cierre se redactan las conclusiones específicas generadas y se plantean las reflexiones finales que la elaboración de esta tesis generó.

Capítulo 01

Acercamiento

Para iniciar este proyecto de investigación, lo primero es identificar la problemática que se busca atacar a través del diseño, por lo que en este primer capítulo se tiene la finalidad de hacer un **acercamiento** a la problemática identificada para lograr entender sus causas y consecuencias y poder validar su importancia en la actualidad y porque debe ser relevante para la sociedad.

Este paso es necesario pues es a partir de identificar la problemática que se propone una hipótesis de solución que se validará a lo largo del proyecto. Se abordarán los antecedentes, la problemática en sí misma, y la justificación del presente trabajo de investigación.

Al vivir en un momento crucial, complejo y profundamente experimental, los diseñadores están haciendo su parte al encontrar nuevos centros de gravedad en las relaciones de los humanos con otras especies, con la naturaleza y entre sí. Ya no están diseñando de manera aislada, sino pensando en cómo su trabajo será parte de los ecosistemas; están tratando de redefinir sus responsabilidades en un contexto cambiante, de crisis ambiental y mutaciones sociales. (Antonelli y Burckhardt, 2020, p.36)

Antes de entrar de lleno en el planteamiento del problema que se busca abordar en esta investigación, se requiere indagar el área de interés de donde surge precisamente, que para el presente caso es diseño de biomateriales, pero es necesario entender los antecedentes de los materiales en sí mismos y su relación con la sociedad.

Analizando la historia de los materiales hasta la actualidad, nos podemos percatar de que estos surgen siempre a partir de una necesidad humana. Durante la prehistoria los seres humanos comenzaron a tomar los materiales que tenían en su entorno y con ligeras adecuaciones estos les servían como instrumentos para la caza, la construcción, de medio de protección, etc. La evolución humana siempre ha estado vinculada al manejo de los recursos materiales.

Durante el neolítico se descubrió la arcilla y que esta al ser mezclada con agua, se tornaba dura al secarse, pudiendo repetirse este ciclo, y cuando la arcilla se calentaba el material se endurecía y se volvía resistente al agua.

En la edad del cobre, se descubrió la metalurgia y que el cobre al ser fundido podía tomar nuevas formas al ser martillado, con el tiempo este material remplazo la piedra y se perfeccionó en la fabricación de herramientas y otros objetos. Más adelante en la edad de bronce se descubrió que al mezclar los metales antes de ser fundidos con ciertos minerales le otorgaba características como mayor resistencia, mayor maleabilidad.

Con el descubrimiento del hierro bueno, surge la edad del hierro, este material era fundido en hornos de carbón por lo que átomos del mismo se mezclaban con el hierro, lo que generaba acero de bajo carbono, esto no se notó hasta 1774.

Durante la Revolución Industrial, la mano de obra se reemplaza por máquinas de hierro, los metales alcanzaron nuevos niveles volviéndose el material del momento, se utilizó en la construcción de puentes, barcos, ferrocarriles, etc. Con el estallido de esta era ocurrió una transformación económica, social y sobre todo tecnológica, que generó un nuevo paradigma de la producción de bienes, la sociedad comenzó una serie de cambios en la manera en que consumía y esto conllevó a la vez a una serie de problemas medioambientales muy significativos en la actualidad.

Entre los siglos XIX-XX el área de los materiales evolucionó lentamente, pero a finales hubo algunos avances significativos como la aparición de los primeros plásticos.

Iniciamos con la extracción y aprovechamiento de los recursos naturales que aumentó considerablemente, y con ello también la generación de residuos, pues está directamente relacionado con una economía consumista pero también con un crecimiento exponencial de la población.

Indudablemente la manera en que producimos y consumimos las cosas en su mayoría está basada en la economía lineal,

**Si supiera que el mundo se acabara mañana, yo, hoy todavía, plantaría un árbol.
(Martin Luther King Jr. 1964)**

que no considera los impactos negativos al medioambiente, y donde la prioridad apunta a ser el obtener los mayores beneficios económicos, sin considerar si es viable la producción de bienes, inclusive para la misma subsistencia de la empresa, y ha sido resultado de todos estos cambios en la manera de vivir de la humanidad.

A partir de la segunda guerra mundial, uno de los materiales que más importancia cobró fue el plástico, y junto con una corriente económica dirigida hacia el consumismo a finales de los 50's aumentó considerablemente el uso de recursos, pero con ello también la generación de residuos.

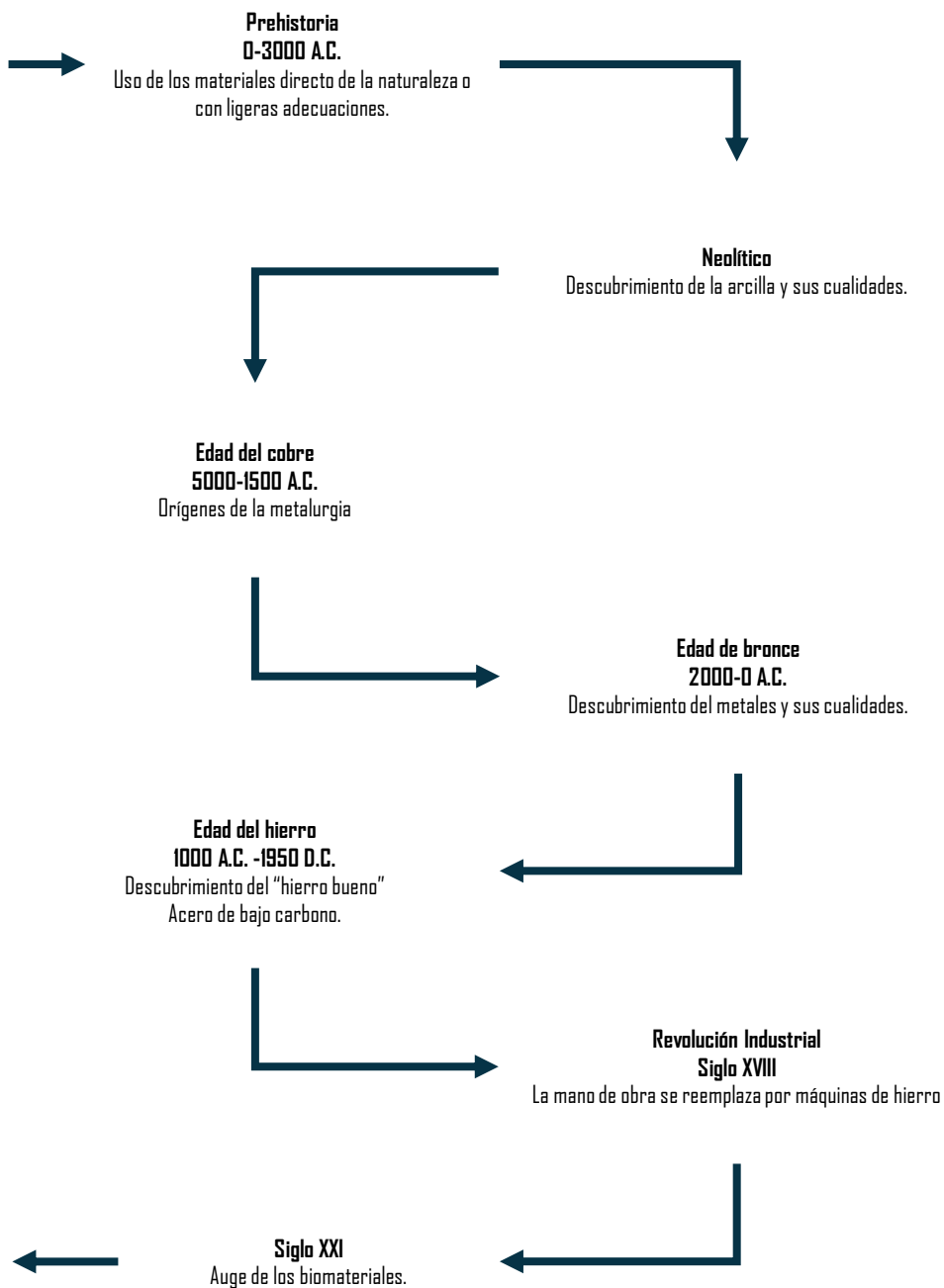
A partir de la segunda guerra mundial, unos de los materiales que más importancia cobro fue el plástico, y junto con una corriente económica dirigida hacia el consumismo a finales de los 50's aumento considerablemente el uso de recursos, pero con ello también la generación de residuos. Según datos de la fundación Heinrich Boll y Break Free from plastic del 2019, el plástico para los años 60's ya era uno de los principales residuos que llenaban los basureros del occidente, para los a los setenta ya se encontraban a nivel mundial.

Todo esto conlleva una serie de cambios en la forma de habitar de la humanidad, un crecimiento urbano exponencial, que empujaron a un estilo de vida desechable, donde se genera, consume y desecha en tiempos muy cortos, lo que afecta al medio ambiente, y nos ha traído a la actual situación medioambiental mundial. En el umbral entre este hecho tan significativo y la actualidad, los diseñadores vieron una oportunidad de involucrarse en el proceso y contribuir en la generación de beneficios medioambientales.

El nivel de disponibilidad que el ser humano ha tenido de materiales y procesos de manufactura ha ido en aumento progresivo a lo largo de la historia. En la actualidad un diseñador puede tener a su disposición cientos de miles de materiales y cientos de variaciones de las actividades básicas que regulan los procesos de manufactura (Escobar, Hernando. 2008)

Es a partir de estos antecedentes que comienzan a surgir alternativas a las maneras de producción, nuevas maneras de entender los procesos, en este caso particular la manera de usar y fabricar los materiales.

Como por ejemplo la producción de materiales basada en la economía circular, que tiene el objetivo de minimizar los daños acumulados por la extracción inconsciente de residuos, y no sumar más impactos negativos. El cambio de paradigma en la manera en que producimos y consumimos, enfocado en darle valor a aquello que se considera residuo es la base de esta investigación. En la actualidad hay varios referentes de diseñadores que se están enfocando sus procesos a la elaboración de nuevos materiales a baja escala, bajo la filosofía del *Hazlo Tú misma*, y que se crean bajo los fundamentos de la sustentabilidad, que son llamados biomateriales.



Planteamiento del problema

Como ya se mencionó de manera general en los antecedentes, la problemática que se abordara en esta investigación es la generación de residuos y sus consecuencias medioambientales. Actualmente como sociedad nos enfrentamos a un aumento exponencial de residuos, de la mano, con la escasez de recursos naturales y un modelo de economía que tiene graves implicaciones medioambientales.

La humanidad vive bajo un modelo de consumismo, que facilita de cierta manera la adquisición de productos de un solo uso, por ejemplo, los plásticos, según Briones en 2020, se estima que al año se generan unos 275 millones de toneladas de residuos plásticos, donde entre 4.8 y 12.7 millones de toneladas van directamente al océano. Entre muchos otros tipos de residuos, el hombre es el ente que mayor cantidad de estos genera, siendo una máquina de residuos.

Existe una correlación entre la manera de producir y consumir, y en la actualidad el consumo masivo está relacionado a la calidad de vida. Lamentablemente el consumismo esta principalmente guiado por el tema económico para las empresas, pero son los usuarios los que deben replantearse en primer lugar el consumo crítico, ese donde se analizan varios factores antes de adquirir productos. El aumento de la generación de residuos también va de la mano del crecimiento poblacional, y de no tomar medidas correctivas, esto empeorara ya que, según la ONU en 2018, se estima que para el 2050, la población aumentara en un 70 %, y con ello indudablemente la generación de residuos, y el agotamiento de los recursos.

Con la evolución de los materiales, se dio un cambio drástico en la manera de consumir pero sobre todo de generar residuos, los productos actualmente están diseñados y fabricados para que no sean duraderos y la industria productora siga teniendo ventas, este estilo de vida también se vio amplificado por el crecimiento de las ciudades, los países que estaban en el auge del desarrollo comenzaron a imitar estos modelos económicos del occidente y la cultura del descarte se volvió una característica de la modernidad.

A nivel mundial según dato del informe What a waste: A global review of solid waste management del 2018, se generan 2.017 millones de toneladas de residuos al año. Según el diagnóstico básico para la gestión Integral de Residuos (DBGIR) del 2020, el cual es el estudio que identifica la situación que presenta México en la generación y el manejo de los residuos a nivel nacional, cada persona genera 0.95 Kg de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) de los cuales 0.65 kg son de origen domiciliario y 0.30 kg del ámbito urbano.

A nivel nacional se generan 120.128 toneladas diarias de estos residuos, de los cuales Michoacán genera 4,459 toneladas por día. La siguiente gráfica (Fig. 00) muestra cómo se clasifican estos residuos generados.

En cuanto a los residuos que nos interesan para este proyecto, podemos observar que los residuos orgánicos representan un 46.42%, y estos engloban los cueros, las fibras vegetales, los huesos, la madera, los residuos alimentarios siendo estos un 33.07 % del total y finalmente los de jardinería.

Los RSU, son los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole. (DBGIR, 2020)

Hablando de los residuos agroindustriales, estos se clasifican en agrícola forestal, pecuario, urbano e industrial. Se estima que en conjunto se genera 278 millones de toneladas de residuos (biomasa)

donde un 58 % proviene de bosques, y un 27 % de residuos agrícolas y forestales. (Fig. 00). un 90 % viene de los cultivos temporales y el otro 10 % de cultivos perennes.

En el país se generan 52,102,372.10 toneladas de biomasa al año, de las cuales 3,759,916.52 toneladas provienen del estado de Michoacán, en su gran mayoría de los cultivos temporales.

¿Qué pasa con los residuos generados? Según el estudio *what a waste*, una tercera parte de los residuos a nivel mundial termina en basureros a cielo abierto. En cuando al reciclaje, solo un 13.5 % entra en esta categoría, lo que equivale a 272,295 millones de toneladas. De estos totales solo un 12.5 % de los residuos de carácter orgánico van a compostas.

La reutilización y reciclaje de los residuos, ha sido uno de los medios que se ha creado para incidir en la problemática, sin embargo y a pesar de que ya hace varios años que se llevan a cabo, aun no se logra llegar a reciclar o reutilizar el 100 % de los residuos. Según datos de la ONU (2017) América latina cuenta con cifras desalentadores respecto de esta práctica, ya que ningún país que la conforma ha llegado a reciclar ni un 15 % de la cantidad de residuos que genera.

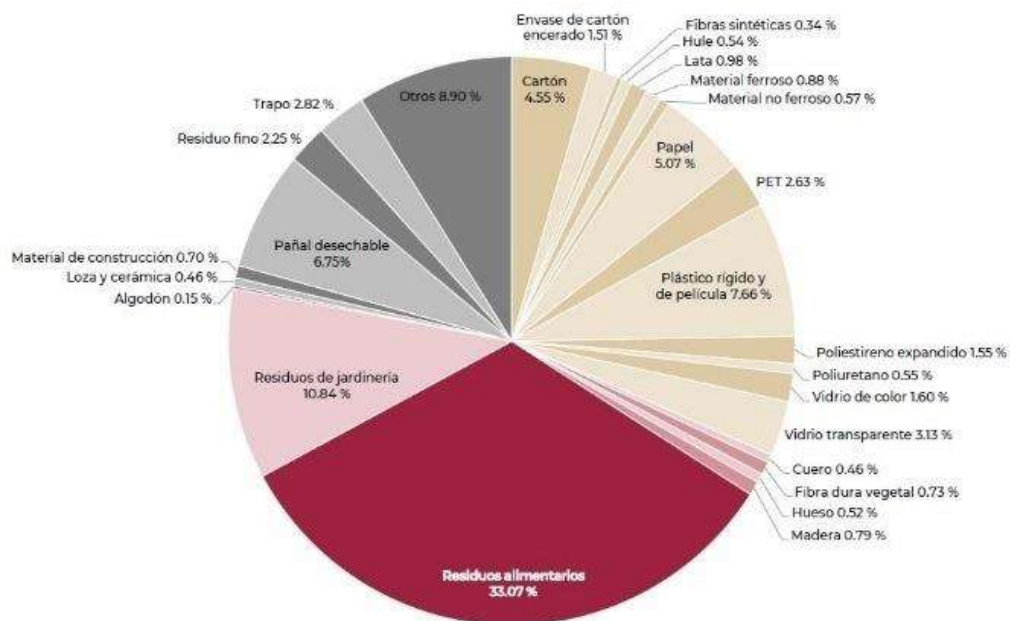


Fig.05 Composición porcentual de los residuos en México.

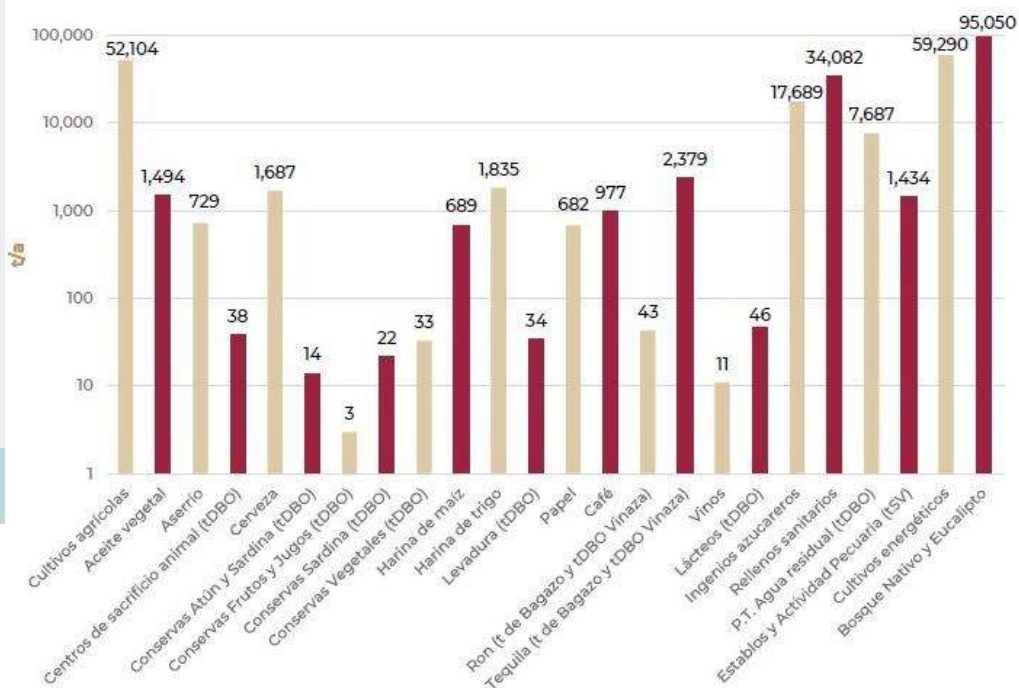


Fig.06 Composición porcentual de los residuos agroindustriales en México.

FIGURA 37. GENERACIÓN DE BIOMASA RESIDUAL AGRÍCOLA, POR ESTADO PARA EL 2012

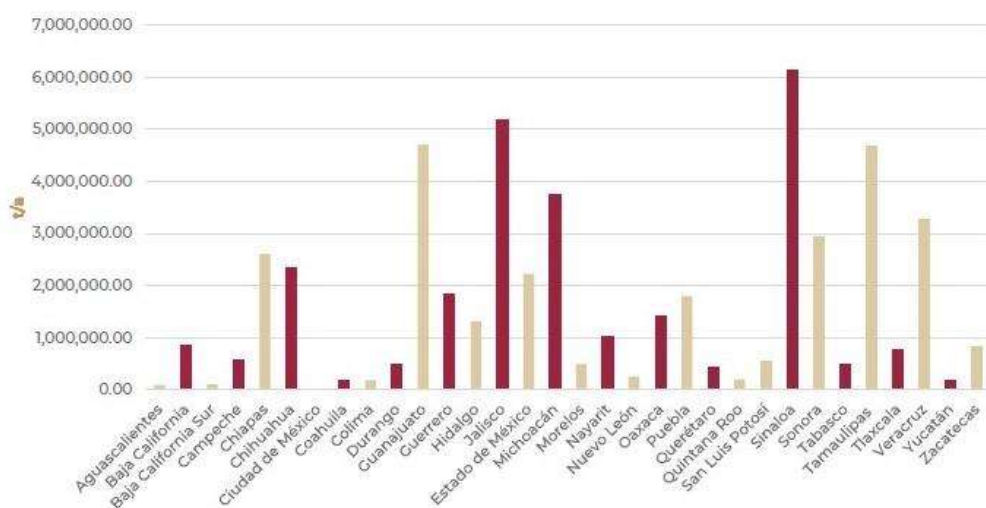


Fig.07 Generación de biomasa residual agrícola por estado.

Todos los procesos que el ser humano realiza en el día a día generan una huella de carbono (CO₂), basta con analizar todo el gasto energético que conlleva, por ejemplo, una simple taza de café, si retrocedemos en los procesos que tuvieron que pasar para que tuviéramos en nuestras mesas una taza de café, que van desde su producción, su cosecha, el procesamiento, el transporte, etc.

Esta situación se ha originado en parte por la gestión inadecuada de los residuos sólidos y agroindustriales que están agravando a nivel mundial, originando una serie de problemas de salud pública grave como es la contaminación del aire, la tierra y el agua; la mala gestión de los mismos tiene efectos perjudiciales provocando también peligrosas consecuencias al entorno y la transmisión de enfermedades e infecciones, como también la llegada de roedores, insectos y otras plagas. (Jácome, V; Suntaxi, A, 2019)

Según un estudio de la University College London (UCL) (2021) la huella de carbono de una taza de café es de 0.28 kg, y si se considera agregar leche la huella aumenta a 0.55 kg de CO₂. En los últimos años existe un creciente interés por el futuro de la humanidad desde el punto de vista de la protección del medio ambiente. Factores como nuevas posturas en sostenibilidad, avances en la nanotecnología y la crisis petrolera de las últimas décadas muestran una visión diferente en las tendencias para el aprovechamiento de los recursos naturales. Es necesario cambiar el paradigma de que todo residuo es inútil, se requiere concebirlo como una oportunidad.

La importancia del diseño y caracterización de los biomateriales, radica en su menor impacto al medio ambiente, debido a que pueden ser degradados fácilmente en condiciones ambientales normales, contribuyendo de esta forma en la disminución de la contaminación y afectación de los recursos naturales no renovables.

La huella de carbono se define como el conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero producidas, directa o indirectamente, por personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas, en términos de CO₂ equivalentes, y sirve como una útil herramienta de gestión para conocer las conductas o acciones que están contribuyendo a aumentar nuestras emisiones, cómo podemos mejorarlas y realizar un uso más eficiente de los recursos. (Ministerio del Medio Ambiente, 2022)

Según Hebel et. al. (2014) los residuos como actualmente se ven, son aquellos materiales que no son deseados o que se consideran desperdicios.

El diseño es el esfuerzo consiente para establecer un orden significativo, el diseño como actividad encaminada a resolver un problema, no puede, por definición, dar una respuesta correcta y única: siempre dará un número infinito de respuestas, unas más correctas que otras, la ambigüedad de esto propone que la exactitud de un diseño dependerá del significado que nosotros demos a la ordenación. El diseño ha de ser significativo; y "significativo" reemplazara a expresiones cargadas de connotaciones tan estrepitosas como "bello", "feo", "apagado", "realista", "oscuro", "abstracto", y "bonito.", de todo esto, solo reaccionamos ante lo que posee significado. (Victor Papanek, 1970)

Justificación

La humanidad está consciente del problema que los residuos en general, causan al medio ambiente, sin embargo, son pocas las acciones que se realizan en pro de erradicar esos efectos, la actual forma lineal de producción donde se extraen recursos y se generan desechos está acabando con el medio ambiente, es necesario cambiar la manera en que producimos las cosas a un ciclo infinito donde no exista el concepto de desecho. El simple hecho de que exista la problemática de los residuos y los inminentes impactos negativos de la misma, justifica la búsqueda de propuestas o alternativas que ayuden a minimizarla.

La presente investigación servirá como un ejemplo de que se puede dar un nuevo valor a los residuos naturales y agroindustriales abundantes dentro del municipio de Tacámbaro Michoacán, a través de su aprovechamiento como materia prima de un nuevo proceso de creación de biomateriales, y que estos mismos biomateriales pueden ser utilizados en la creación de un producto que puede integrarse ya sea en el ciclo de vida del cual fue extraído o en el territorio mismo, y con todo ello ayudar a disminuir los impactos negativos que estas abundancias pueden presentar para el medio ambiente.

La importancia de esta investigación está en el hecho de tomar un residuo orgánico presente en el territorio, y darle un nuevo valor, la estrategia que se seguirá será basada en la formulación de una metodología que se inspira en primer lugar en el diseño basado en la biodiversidad, también en el diseño experimental y finalmente en el diseño impulsado por materiales. El objetivo es no limitarse en el número de exploraciones necesarias hasta la formulación de un biomaterial adecuado. Los beneficios que se buscan obtener de este proyecto, van dirigidos a la población del territorio donde se desarrolla, pues se busca crear finalmente un modelo de negocio y producción que pueda ser replicado por y para la comunidad. También se busca generar nuevo conocimiento para el área de biomateriales, que pueda servir de base para nuevos proyectos dentro de esta área tanto fuera como dentro de la MDA, pues es de suma importancia que este tipo de conocimientos se expanda.

Otros beneficios que se buscan obtener van del lado medioambiental, pues se busca que con el proyecto se minimicen las problemáticas que este tipo de residuos genera en el medio ambiente, como son la contaminación, la generación de plagas, el agotamiento de los recursos naturales. También contribuir en la regeneración del medio ambiente, al diseñar estos materiales sustentables que se pueden reintegrar al mismo sin causarle daño.

Dentro del territorio elegido no hay conocimiento o desarrollo de proyectos de esta índole, y al ser un pueblo mágico este tipo de proyectos sustentables le daría un valor más a los que ya por sí mismo tiene, pues estaría contribuyendo en la mejora del medio ambiente de una manera más directa y a la vez impactando en el aspecto social y económico del mismo.

Capítulo 02

Entendimiento

El interés por el medio ambiente y la concientización por el cuidado de planeta ha incrementado considerablemente en los últimos años, ante lo cual han surgido movimientos, tendencias y posturas que buscan mejorar la forma en que como seres humanos nos relacionamos con el contexto en el que vivimos. Para el desarrollo de los objetivos planteados en esta investigación, se debe definir la postura que lo respaldara y por medio de la cual se validaran los resultados.

En este capítulo se mostrará de manera sistematizada la información relacionada con el diseño de biomateriales, se abordarán entonces aquellas posturas teóricas, los conceptos que enmarcan y definen esta investigación, el estado del arte, las referencias y estrategias de diseño relacionadas con el tema de estudio, con la finalidad de generar un entendimiento del fenómeno y definir el eje del proyecto, para finalmente poder tener las bases para generar una propuesta de diseño bien fundamentada. Se divide en dos secciones principales (Fig. 00), en primera instancia el marco teórico-conceptual y por otro lado el estado del arte, todas aquellas buenas prácticas que aportan a la investigación.

Al vivir en un momento crucial, complejo y profundamente experimental, los diseñadores están haciendo su parte al encontrar nuevos centros de gravedad en las relaciones de los humanos con otras especies, con la naturaleza y entre sí. Ya no están diseñando de manera aislada, sino pensando en cómo su trabajo será parte de los ecosistemas; están tratando de redefinir sus responsabilidades en un contexto cambiante, de crisis ambiental y mutaciones sociales. (Antonelli y Burckhardt, 2020, p.36)

Economía lineal

La eficiencia del uso de los recursos

Aunque actualmente va perdiendo fuerza, el modelo de economía lineal es el que predomina en los sistemas económicos de la sociedad a nivel mundial, este se define como “extraer-producir-usar-tirar” (fig.10) tuvo su auge durante la Revolución Industrial, pues atendía a satisfacer las “necesidades” que la población demandaba en el momento. La Revolución Industrial se dio a mediados del siglo XVIII, una etapa de transformaciones importantes que dieron paso a las ciudades industriales, se caracterizó por la velocidad del cambio tecnológico, lo cual ayudo a incrementar los niveles de producción.

Con el paso del tiempo hasta la actualidad dichas necesidades se han incrementado y fomentado por el sistema

La economía estudia cómo las sociedades administran los recursos escasos para producir bienes y servicios, y distribuirlos entre los distintos individuos (Mochón Morcillo y Beker, 2008).

capitalista que domina la economía mundial, aunado a un incremento poblacional y la creación de “necesidades falsas” generadas por el consumismo dentro del cual la mayoría de la sociedad se encuentra inmersa, fomentando el consumo y acumulación de productos no esenciales.

La economía lineal está fundamentada en dos principios:

- 1 Un crecimiento económico permanente, con el deterioro medioambiental como consecuencia.
- 2 Un consumo creciente.

Bajo una creencia equivocada de una oferta constante y económicamente viable de recursos naturales, dichos están alcanzando sus límites, por tanto, esta economía está lejos de ser sustentable o siquiera viable, pues vivimos en un planeta con recursos finitos, teniendo como consecuencia impactos ambientales negativos, como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, pues estos valiosos recursos no están siendo reintegrados, además los residuos generados implican un alto nivel de contaminación. Su principal problema es que prioriza la maximización de ganancias optimizando tiempos y costos por manufactura y embalaje, sin considerar en ningún momento los costos ambientales y sociales.

Se ha evidenciado que, de continuar con el estilo de economía lineal, para el año 2050 se necesitarán tres veces más de materiales, 70% más de alimentos y la necesidad de agua y energía aumentarán en un 40%. El cambio climático es una de las mayores amenazas para la vida en el planeta. Pero el principal motor para la disminución de la biodiversidad es el "consumo humano desenfrenado" por parte del ser humano. (Barret et al., 2018)

Aquí un concepto clave es el ciclo de vida de los productos, lo que se refiere al transcurso del tiempo que pasa desde que son fabricados hasta que son desechados, y que bajo esta economía es muy breve.

Por tanto, el punto más relevante es que sin excepción cualquier producto tiene un final, un momento en que se convierte en inservible, afectando así negativamente al equilibrio ecológico. Dentro de la lógica del consumismo, se crearon varios mecanismos de obsolescencia aplicados a los productos, entre ellos:

- 1 Una vida útil programada, establecida desde el diseño.
- 2 Una vida útil psicológica, establecida por el cambio de tendencias, modas, etc.
- 3 Una vida útil tecnológica, establecida por nuevas versiones o nuevos modelos.

Economía Lineal



Fig.10 Estructura de la economía lineal.

Economía circular

Una alternativa a las consecuencias de la economía lineal es la economía circular, la cual es un sistema económico-ambiental, reconstituyente y regenerativo por diseño, que se enfoca en alargar los ciclos de vida de los productos, su modelo se define como "diseñar-producir-usar-compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar-reciclar- diseñar..." (Fig. 00) buscando formas de reducir en gran medida la generación de residuos, el objetivo de la economía circular es reducir tanto la entrada de los materiales como la producción de desechos vírgenes, además, aprovechar al máximo aquellos cuya generación no se haya podido evitar. En última instancia se trata de desvincular el crecimiento económico del consumo finito de recursos.

Esta economía no surgió en una fecha determinada, más bien ha sido resultado de aplicaciones prácticas de los sistemas económicos y los mismos procesos industriales, desde los setenta. En 1976, el arquitecto y economista Walter Stahel, presentó el informe titulado *the potential for substituting manpower for energy*, a partir del cual continuaría desarrollando una visión de una economía en bucles, y a él se le atribuye la expresión «cradle to cradle» (de la cuna a la cuna). Las posturas de la economía circular, tuvieron su auge en los años noventa con la filosofía de diseño «cradle to cradle» de William McDonought y Michael Braungart; la biomímesis articulada por Janine Benyus; la ecología industrial de Reid Lifset y Thomas Graedel; el capitalismo natural de Amory y Hunter Lovins y Paul Hawken; y el enfoque de sistemas de economía azul descrito por Gunter Pauli.

Tiene su enfoque en el rediseño de la cadena de materias primas desde la etapa de fabricación hasta que llega al consumidor final, y con ello crear un ciclo de vida sin fin, donde los residuos vuelven a ser productos de valor. También aboga por la utilización de materiales biodegradables, para que puedan reintegrarse a la naturaleza sin afectaciones a la misma, una vez se agote su vida útil, y en el caso de los aspectos tecnológicos, se busca un desacople sencillo, para la reutilización de las piezas en nuevos productos.



Fig.11 Estructura de la economía circular.

Según la Ellen MacArthur foundation esta economía está basada, en tres principios impulsados por el diseño (Fig. 00):

Principio 1: preservar y mejorar el capital natural controlando reservas finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables.

El problema (y la solución) comienza con el diseño, pareciera que en ocasiones es inevitable la generación de residuos, la realidad es que en la naturaleza no existen, es un concepto introducido por la raza humana, y a través del enfoque en el diseño se puede eliminar dicho concepto.

Principio 2: optimizar los rendimientos de los recursos distribuyendo productos, componentes y materias con su utilidad máxima en todo momento tanto en ciclos técnicos como biológicos.

Implica diseñar de manera que los materiales se mantengan en uso, como producto o componente, evitando los residuos y manteniendo el valor de los mismos. Esto puede dividirse en dos ciclos fundamentales, el técnico y el biológico. En el ciclo técnico, los productos se reutilizan, reparan, remanufacturan y reciclan, la forma más efectiva de retener el valor de los productos es mantenerlos y reutilizarlos. En el ciclo biológico, los materiales biodegradables se devuelven a la tierra a través de procesos como el compostaje y la digestión anaeróbica.

El diseño es la clave del éxito. Para que los productos circulen con éxito en el ciclo biológico o técnico, es esencial que se hayan diseñado pensando en su eventual circulación.

Principio 3: promover la eficacia de los sistemas detectando y eliminando del diseño los factores externos negativos.

Se debe reducir los impactos negativos en el medio ambiente, desde todos los ámbitos sociales, para dar espacio a que la naturaleza prospere, construyendo con ello capital natural. Si pasamos a un modelo regenerativo, comenzamos a emular los sistemas naturales. No hay desperdicio en la naturaleza. Durante miles de millones de años, los sistemas naturales se han regenerado.

Por tanto, y según la misma fundación las características fundamentales de la economía circular son:

1 Los residuos se eliminan del diseño. Los residuos no existen y se eliminan del diseño deliberadamente.

2 La diversidad genera solidez. Valora la diversidad como forma de generar solidez. En muchos tipos de sistemas, la diversidad es un motor fundamental de versatilidad y resiliencia.

3 Las fuentes de energías renovables impulsan la economía. La energía necesaria para impulsar la economía circular debería ser de carácter renovable, para reducir la dependencia de los recursos e incrementar la resiliencia de los sistemas.

4 Pensar en «sistemas». El pensamiento de sistemas se aplica de forma generalizada.

5 Los precios u otros mecanismos de retroalimentación deben reflejar los costes reales. Los precios actúan como mensajes y, por consiguiente, deben reflejar los precios totales para ser efectivos.

Aunque los actores más relevantes parecieran ser los gobiernos, las organizaciones y el sector empresarial, son también los consumidores parte vital hacia un cambio de economía, pues solo consumiendo de manera responsable, lo que implica consumir menos, pero sobre todo hacer un análisis cada vez que estemos frente a la adquisición de un producto, la simple pregunta, ¿en realidad lo necesito o puedo vivir sin él? Ayudaría a reducir el nivel de consumo en grandes proporciones.

Tomando en cuenta el costo y el impacto a nivel social, económico y ambiental de los productos que se generan bajo una economía circular, estos crean propuestas de valor para un mismo producto, aumentando con ello su rentabilidad y disminuyendo el uso de recursos vírgenes, además los precios de producción disminuyen, y esto puede verse reflejado en los costos finales, lo que también beneficia al consumidor, incidiendo en la calidad de vida y el futuro de las nuevas generaciones.

La economía circular es un marco de solución de sistemas que aborda desafíos globales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, los desechos y la contaminación. (Ellen MacArthur).

Hay un mundo de oportunidades para repensar y rediseñar la forma en que hacemos las cosas. 'Repensar el progreso' explora cómo, a través de un cambio de perspectiva, podemos rediseñar la forma en que funciona nuestra economía, diseñando productos que puedan 'hacerse para volver a fabricarse' y alimentar el sistema con energía renovable. Cuestiona si con creatividad e innovación podemos construir una economía restauradora. (Ellen MacArthur).

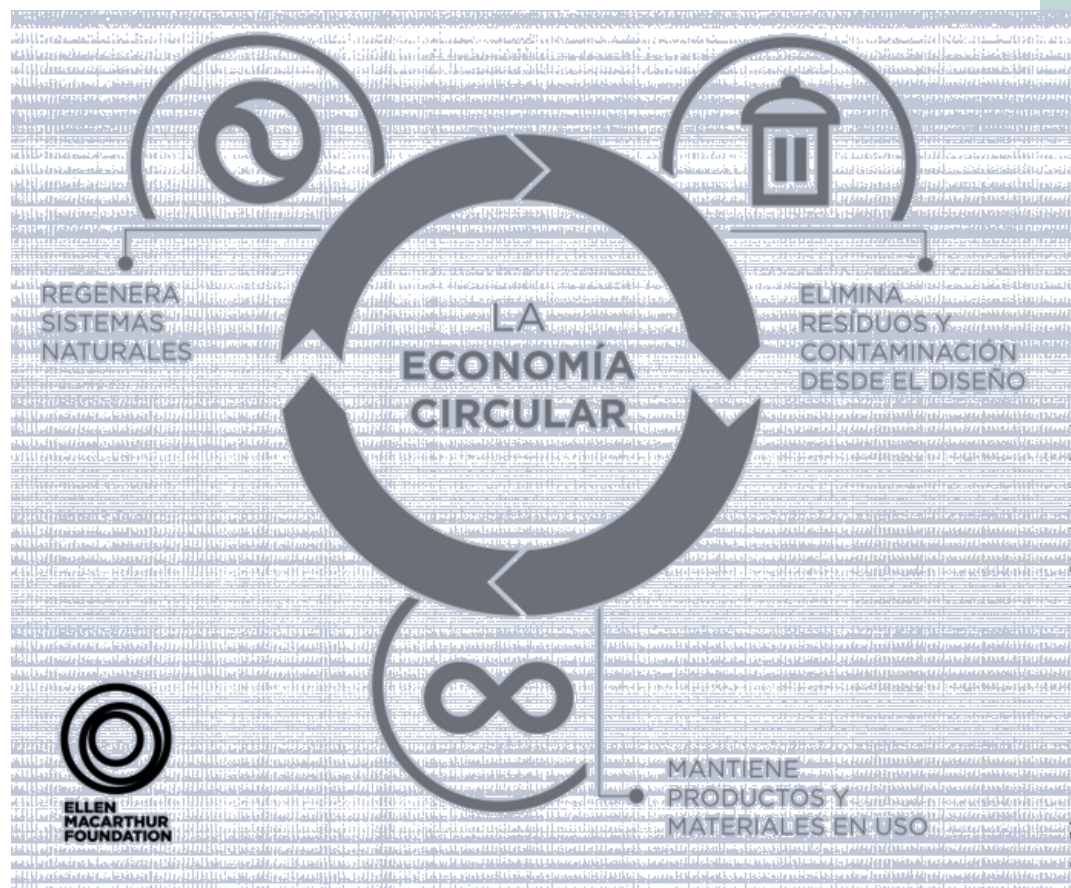


Fig. 12 Principios de la economía circular de Ellen MacArthur foundation.

Diseño sustentable

No pretendiendo hacer un análisis de toda la historia del diseño, es importante poner sobre la mesa de una manera puntual, como surge el concepto de diseño sustentable, y que lo caracteriza, para tener un panorama de cómo influye el mismo en la sociedad actual.

Considero que la reflexión es necesaria porque estamos envueltos en discursos vacíos de sentido en los que se refiere que determinado producto es 100% sustentable, cuando nada puede ser totalmente ecológico o sustentable: todo lo que hacemos produce algún impacto en el ambiente. Por lo tanto, no existe algo 100% ecológico. (Borges, a. 2014)

Bauhaus, el concepto paso a ser parte fundamental de los procesos de producción, la industria probó que es a través del diseño que se modifican los entornos socioculturales, la forma en que piensan y consumen las personas y bajo esta idea capitalista el mayor afectado fue el medio ambiente. A partir de la Revolución Industrial, la estandarización de procesos de diseño y rápida producción han generado un consumo excesivo de recursos, a lo cual los ciclos naturales del planeta no han podido recuperarse de forma natural. Estos hábitos de consumo han derivado en daños irreversibles al medio ambiente. Ante esta situación diversas naciones han recurrido a la implementación de políticas públicas y programas que regulen el cuidado y el consumo de dichos recursos.

Ahora bien, pasando a la definición desarrollo sostenible, según la comisión mundial sobre medio ambiente y desarrollo de naciones unidas (1987), se definió como “aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.” La sustentabilidad es un proceso que tiene por objetivo encontrar un equilibrio entre el medio ambiente y el uso de recursos naturales. El triángulo de la sustentabilidad (Fig. 00), es un diagrama que referencia la integración y la vinculación de los tres pilares bajo los cuales se apoya la sustentabilidad y que son, el ambiental, el económico y el social.

El diseño sustentable, antes conocido como eco-diseño o green design, se define como la capacidad para diseñar objetos, edificios, ciudades... cuyos principios sean la sustentabilidad económica, social y ambiental. Comprende numerosos campos entre los que encontramos la arquitectura, el diseño ambiental o del entorno, el urbanismo, la ingeniería, el diseño gráfico, el diseño de interiores y el diseño de moda. (Ainhoa, m. 2009)

Las primeras configuraciones entre diseño y sustentabilidad, podrían relacionarse con las propuestas de Víctor Papanek y R. Buckminster Fuller, ambos se consideran pioneros en el concepto de diseño sustentable, Papanek, inspirado en las

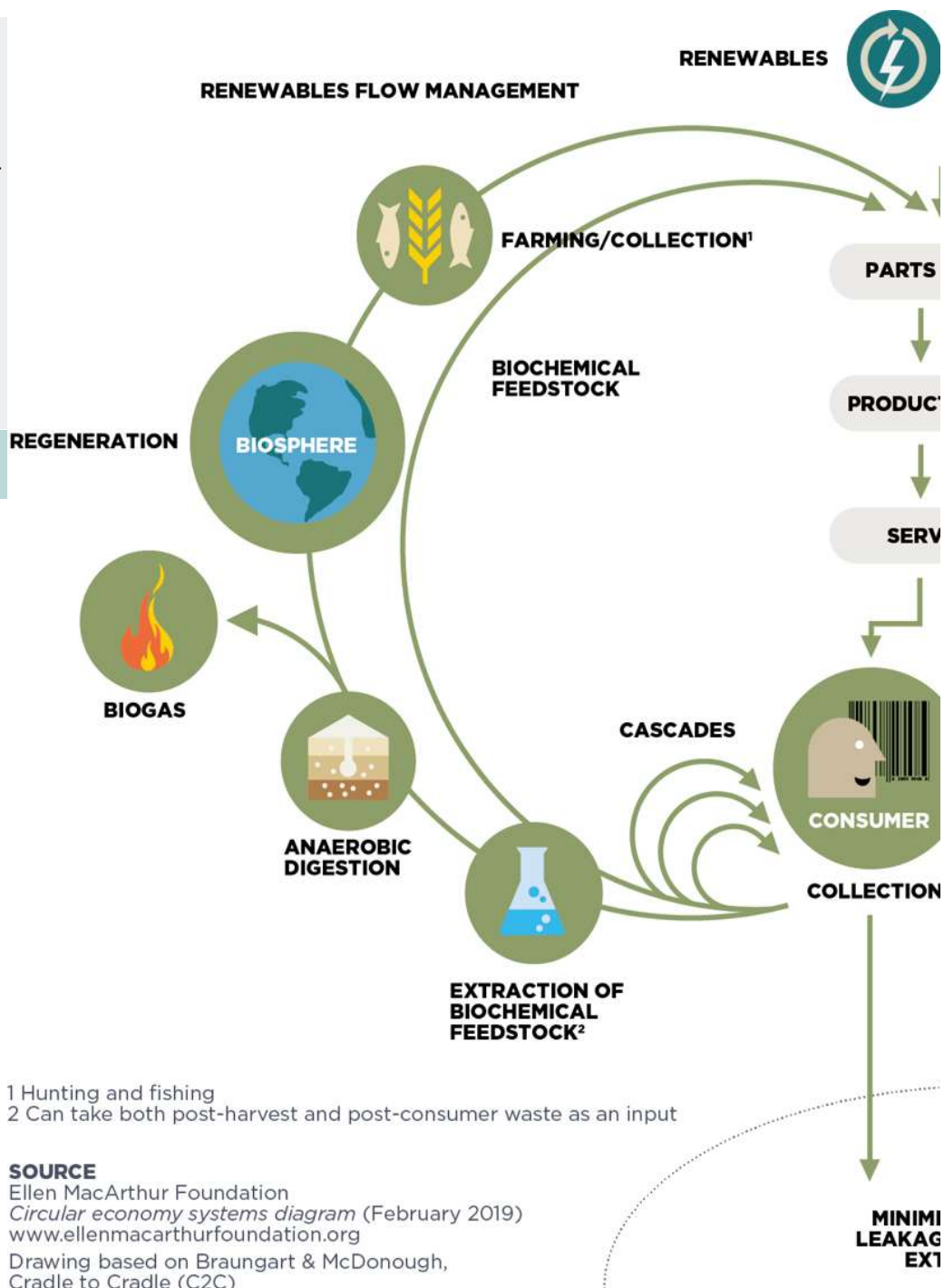
tecnologías simples de los pueblos, crítico del diseño su contribución al deterioro ambiental y por su parte Fuller tenía una preocupación por el desarrollo tecnológico desde los materiales, y como estos podían dar mayor o menor durabilidad, flexibilidad y facilidad de construcción.

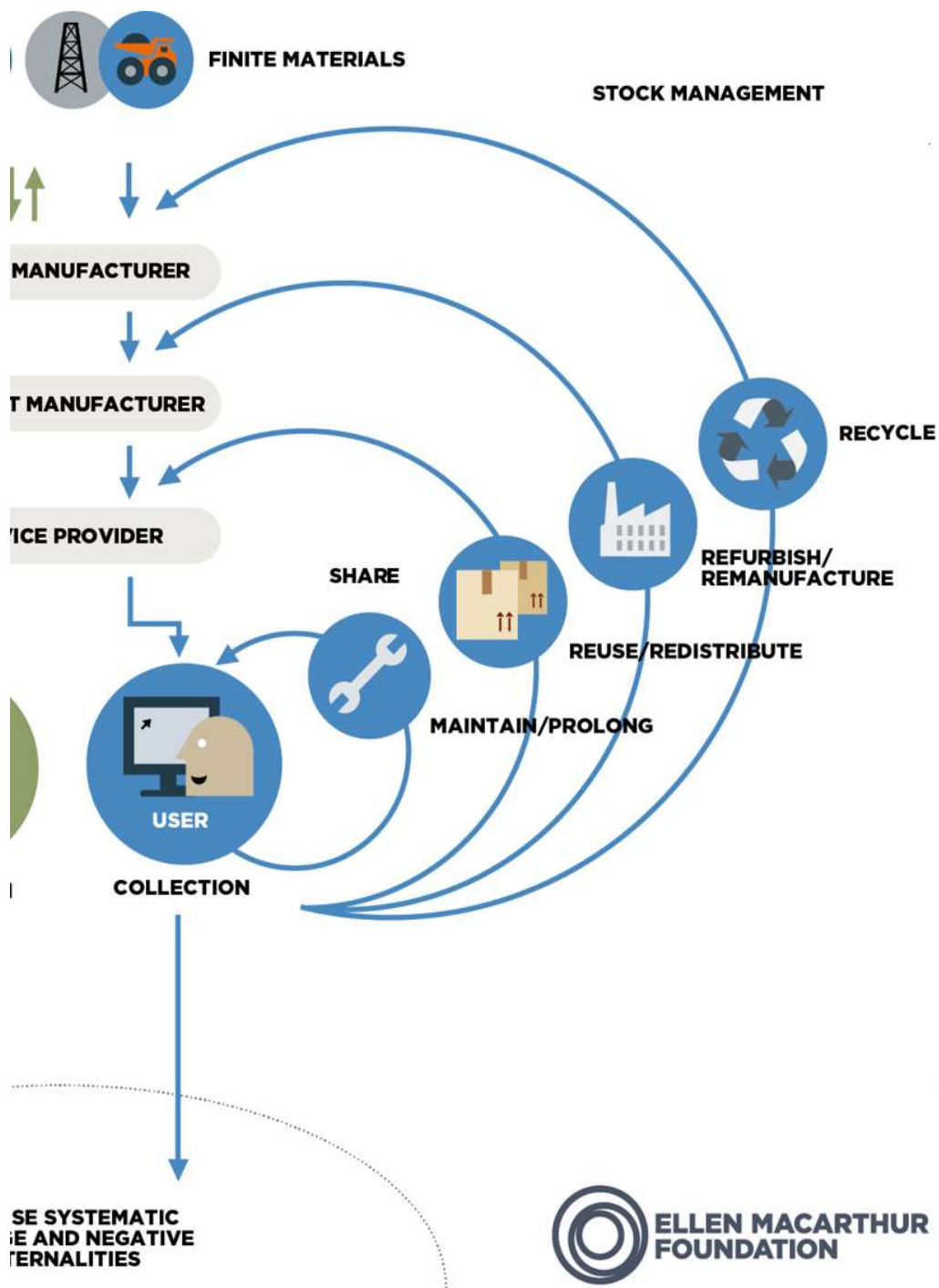
Entonces se puede definir al diseño sustentable, como aquel diseño que toma en consideración los aspectos de carácter ambiental en cada etapa de producción, y que tiene por objetivo de crear productos que tengan el menor impacto posible al medio ambiente a lo largo de todo su ciclo de vida, de cierta manera el concepto sostiene al de la economía globalizada, al reflexionar el uso de los materiales, su transportación, los gastos energéticos, etc. También ha servido lamentablemente en falsas modas como el green washing, cuando las industrias solo utilizan el concepto como un plus para su marca, con el fin de venta y no el real objetivo del diseño sustentable.

Fig.14 El cambio de producción por la Revolución Industrial.



Fig.15 Triángulo de la sustentabilidad.





Se tiene el estigma de que los diseñadores nos enfocamos únicamente en el aspecto visual de nuestras propuestas, y que el tema de involucrarnos en la creación material nos es indiferente, pero al realmente como profesionales replantearnos la práctica del diseño, como justamente fue durante estos dos años de la maestría, indudablemente nos preguntamos, ¿cómo diseñamos?, ¿qué buscamos a través de nuestros diseños? Y ¿qué pretendemos que signifique objetivamente nuestro trabajo?, además de tener siempre presente que como diseñadores tenemos un rol importante en los modos de pensar y actuar de la sociedad. En una entrevista al diseñador Emiliano Godoy, él afirma que es por medio del diseño que se puede reducir el daño a la naturaleza que las acciones del hombre causan, a través de la realización de objetos que sean amigables con el entorno.

Y, ¿cómo influye el diseño realmente? Recopilando varios ejemplos de diseñadores que están contribuyendo en este campo (Fig. 00), Adélia bornes, investigadora del diseño originaria de Brasil, identifico que las acciones de los diseñadores se concentraban en tres ejes principales, el eje de la materia, el eje del proceso de producción y el eje de la actitud. Los tres son interdependientes entre sí, y cada uno otorga una dimensión que le da un sentido más amplio al desarrollo sustentable, implica actualmente una responsabilidad ambiental, ser inclusivo económicamente y socialmente justo.

En el eje de la materia, básicamente se discute el uso responsable de la materia prima, que a la vez se divide en las materias primas artificiales y las naturales. Dentro de la primera un elemento importante es el concepto de “basura” el cual dependerá de si el país es rico o pobre, pues lo que para un país considerado rico es basura, para otros países se considera un recurso, o no necesariamente es un desecho, recurso que según Richard Buckminster Fuller (1895) es el único en expansión en el mundo, ejemplos de utilización de desechos que se descartan, utilizados en nuevos productos hay miles en la actualidad. En cuanto a las materias primas naturales, países como México cuentan con una gran biodiversidad, por lo que ver esos recursos como materia prima es lógico y poco se piensa en su sobreexplotación y sus consecuencias.

En el campo de los materiales naturales es muy importante pensar en las certificaciones: dime de dónde vienes y yo te diré quién eres. Dime de dónde es el material con el que está hecho tu producto para que yo sepa cómo es ese material. El sello de sustentable añade valor al producto; la certificación más importante que tenemos en el campo de las materias primas naturales es el de la madera, el estándar del Forest Stewardship Council. (Borges, a. 2014).

Ahora bien, en el eje del proceso de producción, aquí entra a todo el ámbito del diseño, pues es por medio del que se busca agregar valor a un proceso o producto, si bien el material es sumamente importante, lo más importante como diseñadores es

pensar en todo el proceso, en el ciclo del producto, buscando siempre el menor impacto posible para el medio ambiente, por ejemplo, utilizar menos agua, menos gasto energético, etc. La generación mínima de residuos, o su eliminación total en el ciclo, la logística inversa, ¿quién es responsable de los residuos?, ¿cuál es el gasto energético real del material?, ¿dónde se almacenará?, ¿cómo se transportará? Cuando se habla de procesos, se refiere también al uso mínimo de materia prima, a la transición hacia la desmaterialización. El último eje la actitud, quizás el eje más importante viendo esto desde la perspectiva del diseño, pues se trata de extender tan lejos como sea posible la vida útil y el uso de un producto. Esto se puede ver ejecutado en aquellos sistemas de uso compartido, temporal o de no propiedad, incentivando nuevas maneras de consumo.

La reducción de materia prima y de los procesos es clave, pero también crear productos de calidad tanto técnica como estética, que logren trascender el tiempo y mantenerse con sus compradores, cosas que en esencia sean menos, pero mejores. Aunque los actores más relevantes parecieran ser los gobiernos, las organizaciones y el sector empresarial, son también los consumidores parte vital hacia un cambio de economía, pues solo consumiendo de manera responsable, lo que implica consumir menos, pero sobre todo hacer un análisis cada vez que estemos frente a la adquisición de un producto, la simple pregunta, ¿en realidad lo necesito o puedo vivir sin él? Ayudaría a reducir el nivel de consumo en grandes proporciones.

Cradle to cradle (de la cuna a la cuna)

Antes de entrar de lleno en la postura del cradle to cradle, es importante mencionar sus antecedentes, comenzando con el ACV, análisis del ciclo de vida (Fig. 00), también nombrado de la cuna a la tumba, se refiere al estudio de cada parte del ciclo de vida del producto, considerando desde la extracción de materia prima, hasta un final de vida útil del producto o servicio, evaluando los impactos al medio ambiente de cada una de las fases, a través de cuantificar el uso de recursos necesarios y las emisiones que se generan.

Por tanto, los productos de un sistema industrial diseñado de forma lineal, un modelo en línea recta con un inicio y un final, o de la cuna a la tumba, tienen este comportamiento, se extraen los recursos, se transforman en productos, se venden, y, al final, se los arroja a algún tipo de "tumba", normalmente un basurero o una planta incineradora. La principal diferencia entre este concepto y el de la cuna a la cuna, es que el primero considera el ciclo de vida como algo que tiene un inicio y un fin puntuales, mientras que el segundo, considera al ciclo de vida como un ciclo cerrado. Habría entonces 3 tipos de análisis distintos:

- a. De la cuna a la puerta (cradle to gate), estudia las fases desde la extracción de la materia prima, su transportación y su producción.
- b. De la cuna a la tumba (cradle to grave), estudia todas las fases del ciclo de vida, hasta finalizar la vida útil de los productos.
- c. De la cuna a la cuna (cradle to cradle), estudio lo mismo que el anterior, pero con el plus de gestionar los residuos generados y reintegrarlos a un nuevo ciclo de vida, creando un bucle cerrado de la materia.

El término cradle to cradle es atribuido al arquitecto Walter Stahel desde los años 80, pues 10 años antes comenzaba a hablar sobre la economía circular, y los beneficios que traía la gestión adecuada de los residuos. Más tarde, aparece el

libro *cradle to cradle: remaking the way we make things* (2002) cuyos autores son el arquitecto William McDonough y el químico Michael Braungart, que sentaría las bases de lo que ellos llamaban una nueva Revolución Industrial refiriéndose al diseño basado en la circularidad, implementando mecanismos para minimizar el impacto ambiental.

Un elemento importante que se resalta en el libro es que debemos aprender de la naturaleza, dentro de la cual no existen los residuos, solo elementos con características nutritivas, aportando valor a nuevos procesos. Puntualiza además que el diseño dependerá de las condiciones de cada lugar, y que este no puede ser considerado como universal.

Decir "menos" es hablar de objetos y sistemas versátiles que se reconfiguran para atender necesidades cambiantes. Tenemos una lámpara que se puede mover y atender diferentes necesidades. El diseñador tiene el deber de investigar nuevos estándares de vida y de consumo, en los cuales "menos" no está asociado con una pérdida. Debemos contraponernos a la obsesión infantil que acumular más, siempre más. (Borges, a. 2014)

Los diseños "de la cuna a la tumba" dominan la fabricación actual. Según algunas estimaciones, en estados unidos más del 90% de las materias extraídas para fabricar bienes duraderos se convierten en basura casi inmediatamente. De hecho, ya desde su diseño muchos productos llevan incorporada su obsolescencia, para que solo duren un tiempo determinado, y así permitir -animar- al cliente a aborrecer el artículo y comprar uno nuevo. (McDonough, w., Braungart, m. 2005)

Eliminar el concepto de residuo significa diseñar las cosas (los productos, los embalajes, los sistemas, los edificios) desde su más puro origen, pensando que no existe residuo. Es decir, los valiosos nutrientes contenidos en los materiales conforman y determinan el diseño. (Braungart m. Y w. McDonough, 2005).



Fig.16 Chapas de madera creadas a partir de cáscaras y hojas de maíz diseñadas por Fernando Laposse.

Su objetivo es eliminar el concepto de residuo/ desperdicio, no minimizarlo, eliminarlo. Plantean a través de una crítica como los problemas actuales son herencia de los sistemas de producción de la Revolución Industrial, que dejando de lado el diseño, se centraban en el crecimiento económico, la rapidez y la eficiencia, sin poder calcular las consecuencias, que enlistan como:

- Fabricación de productos tan peligrosos que requerirán vigilancia constante por parte de las futuras generaciones.
- Poner miles de millones de kilos de material tóxico al aire, agua y el suelo.
- Generar gigantescas cantidades de desechos.
- Enterrar por todo el planeta materiales donde nunca podrán ser recuperados.
- Requerir miles de complejas normativas legales, no para mantener a los sistemas naturales intactos, sino para no ser envenenados rápidamente.
- Que la productividad se mida por la poca gente que trabaja.
- Crear prosperidad con base en destruir o reducir los recursos naturales para luego quemarlos o enterrarlos.
- Erosionar la diversidad de especies y de culturales.
- Los residuos llegan a su destino final, teniendo consecuencias fatales para el ser humano, la fauna y en general el medio ambiente.

De la cuna a la cuna, es una estructura que implica una metodología algo compleja que se basa en sistemas dinámicos, representados en el triángulo de triángulos cuya finalidad es pensar y generar sostenibilidad eliminando el desarrollo aislado de los términos que lo componen. El enfoque crea una interdependencia entre los tres conceptos, la economía, la ecología y la equidad, lo que es abordado en el libro bajo el concepto de eco- efectividad.

Hay dos conceptos importantes a comprender al analizar el sistema de la cuna a la cuna, que se divide en dos sistemas de ahí su logo, el sistema natural y el industrial (Fig. 00). Su principal diferencia es que, en el natural, no existen los residuos, todo son nutrientes, y en el industrial si existen residuos, pero vistos desde la ideología de los autores son nutrientes técnicos. La manera que proponen de eliminar el concepto de residuo, es a través de cambiar el concepto de usuario en cada ciclo, en el biológico el usuario en realidad es el consumidor, y el tecnológico debería considerarse como cliente, pasando a tener el producto por un tiempo y no como dueño, lo que permitiría recuperar el producto cuando para el cliente pierda valor, permitiendo reintegrarlo en un nuevo ciclo.

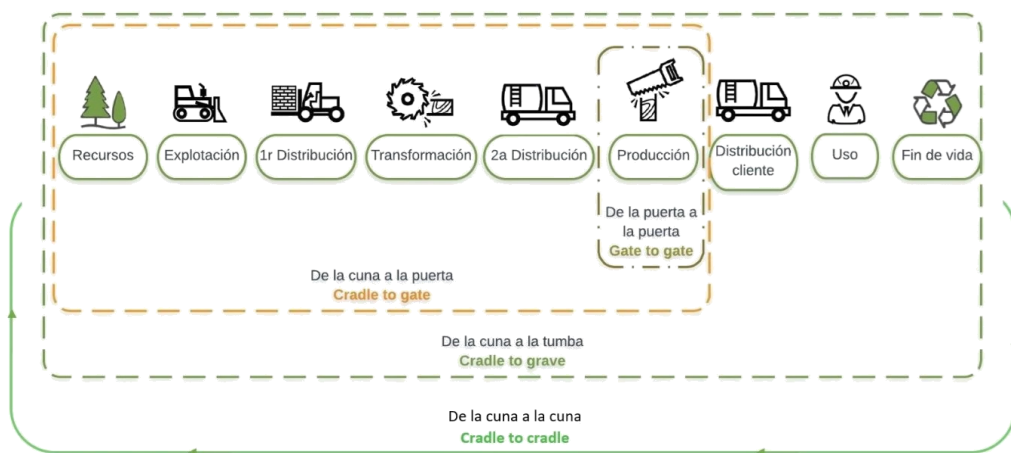


Fig.17 Ciclos de vida de los productos.

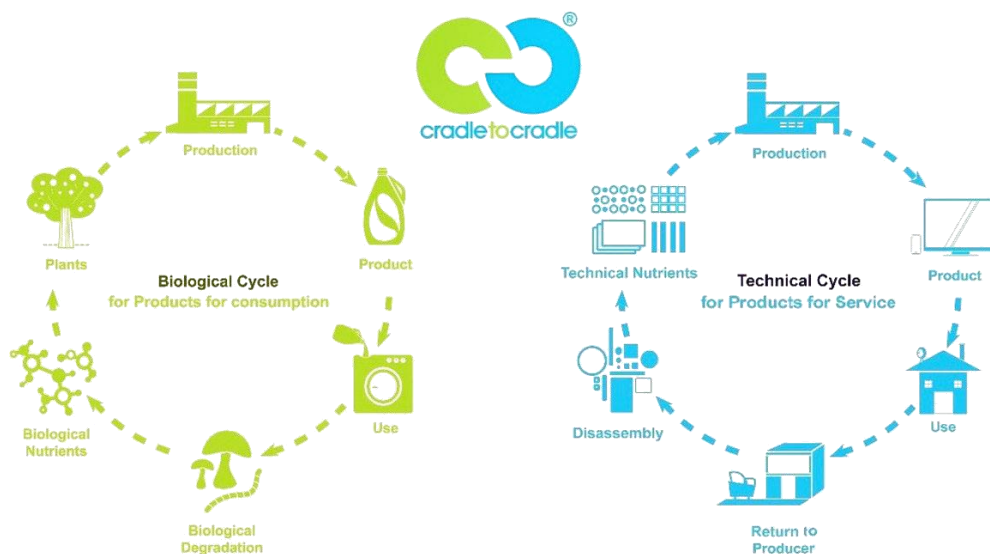


Fig.18 Ciclos The cradle to cradle.

Los principios de la ideología cradle to cradle según la arquitecta Raquel González (2016) serían:

- Eliminar el concepto de residuo. Los nutrientes vuelven a ser nutrientes, desde el diseño se debe pensar en que un nutriente pueda ser nutriente de otra cosa, por tanto, los desechos serían igual a alimento.
- Utiliza energías renovables. Desde la fabricación hasta el uso del producto final.
- Todo debe contribuir a la diversidad. No ofrecer soluciones genéricas, se debe analizar las relaciones existentes en el ciclo natural.

Finalmente, McDonought y Braungart proponen un objetivo de diseño, en el que buscan crear una nueva infraestructura de producción con la que se generen:

- Construcciones que, al igual que los árboles, produzcan más energía de la que consumen y depuren sus propias aguas residuales.
- Factorías que produzcan como efluente agua potable.
- Productos que, una vez finalizada su vida útil, no se conviertan en basura inútil, sino que puedan ser devueltos al suelo para que se descompongan y se conviertan en alimentos para plantas y animales y en nutrientes para la tierra; o, en caso contrario, que puedan ser reincorporados a los ciclos industriales para proporcionar materias primas de alta calidad para nuevos productos.
- Materiales por valor de miles de millones, incluso de billones de dólares, recuperados anualmente para usos humanos y naturales.
- Medios de transporte que mejoraran la calidad de vida al tiempo que distribuyen productos y servicios.
- Un mundo de abundancia, y no uno de limitaciones, polución y desechos.

Filosofías DIY, CIY, GIY

Son procesos transparentes que permiten ser replicados. La creación en este proyecto de investigación, referente a los biomateriales puede ser ejercida desde dos campos entendiendo en primera instancia a la biofabricación como el acto de crear productos a partir de componentes orgánicos y por tanto con características biodegradables. Su filosofía nace del do it yourself (DIY) del cual se desprenden el cook it yourself (CIY), y el grow it yourself, por lo que a continuación se hace un repaso de cada uno, y finalmente la elección del método a desarrollar en el presente trabajo.

Do it yourself

El do it yourself (hazlo Tú mismo) (Fig. 00) por sus siglas DIY tiene origen en los años cuarenta con el diseñador y arquitecto de holandés llamado Gerrit Rietveld, quien publicó unos folletos que llamo furniture to make yourself en los que mostraba las instrucciones para que cualquier individuo pudiera construir su mobiliario. Años más tarde en 1974, el término hazlo Tú mismo cobra fuerza, de la mano del diseñador Enzo Mari gracias a su libro auto progettazione donde cuestionaba el rol de los diseñadores, en dicho libro él incluía planos y detalles de manera gratuita, incentivando a la sociedad a que se involucran en la creación de sus propios muebles y en la personalización de los mismos de acuerdo con sus necesidades. Estos hechos tuvieron un impacto significativo en lo que hoy por hoy implica este término.

La filosofía hazlo Tú mismo, tiene por ética asumir la responsabilidad de la vida propia y de la comunidad respecto a su entorno, por tanto, defiende una cultura de autosuficiencia. De cierto modo el, hazlo Tú mismo y la contracultura están ligadas, este término fue propuesto por Theodore Roszak, quien en 1968 escribió el nacimiento de una contracultura donde mostró la postura de este concepto, el cual es un movimiento organizado que define valores, formas sociales y tendencias que son opuestas a las convencionales de una sociedad (Arredondo, 2020). Desde esta postura el DIY se relacionan con el término ya que es un movimiento que rechaza la tendencia capitalista del consumismo y en lugar de la adquisición propone el crear. Esta apropiación del quehacer se asienta como mecanismo de rebeldía ante los sistemas hegemónicos de producción en masa, hiperconsumismo y la cultura del desecho.

La cultura del consumismo incentiva un estilo de vida que no está equilibrado con el medio ambiente, además de fomentarse como “la mejor forma en la que puede funcionar el mundo”, cuando la realidad está muy lejos de eso. El, hazlo

Nuestro sistema educativo, en su totalidad, no hace nada para darnos ningún tipo de competencia material. En otras palabras, no aprendemos cómo cocinar, cómo hacer ropa, cómo construir casas, cómo hacer el amor o hacer cualquiera de las cosas absolutamente fundamentales de la vida. Toda la educación que recibimos para nuestros hijos en la escuela es enteramente en términos de abstracciones. Te entrena para ser un vendedor de seguros o un burócrata, o algún tipo de personaje cerebral. (Alan watts, 1967).

Tú mismo, busca entonces una acción colectiva, que logre satisfacer necesidades, reciclar antes de comprar, cultivar antes de depender de grandes empresas, supone una nueva era para la innovación donde el consumidor toma relevancia y forma parte de los procesos creativos, al contrario de la producción actual que se centra en el genio creativo y en el producto final, acá se centra en procesos transdisciplinarios y trascendentes que permitan la réplica y la escalabilidad. (Arredondo, 2020).

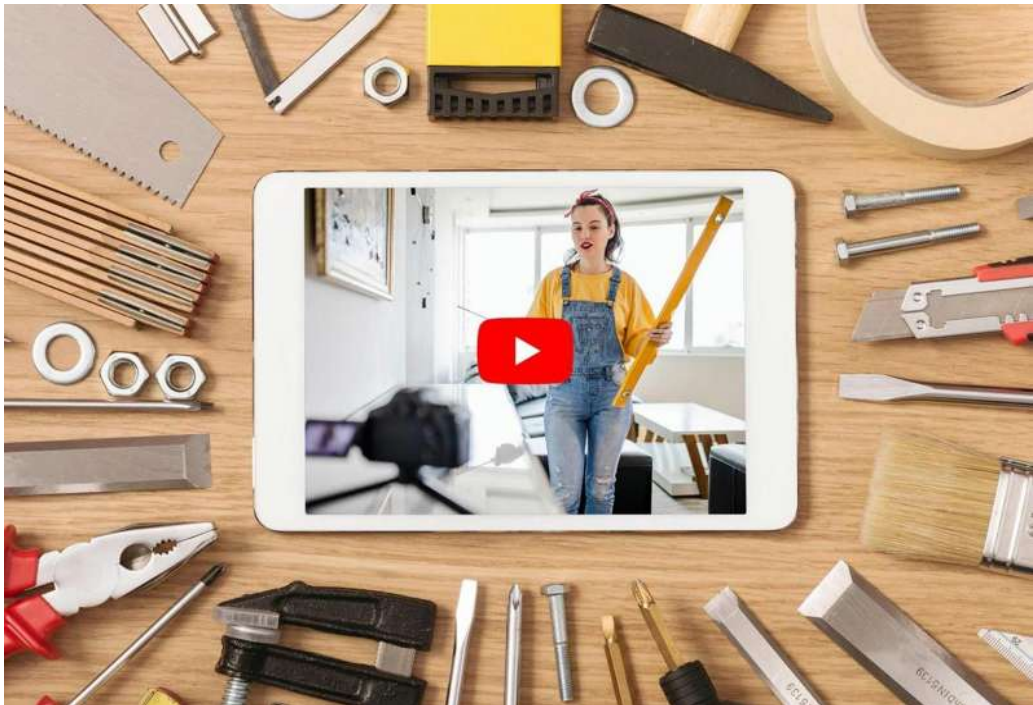


Fig.19 Ideología del Hazlo Tú mismo.

Por otro lado, el término es un concepto atemporal que también es fácilmente vinculable al open source, software de código abierto, lo que se refiere a todos aquellos programas accesibles a cualquier individuo y que dan la oportunidad de ser usados, modificados y distribuidos según las necesidades propias, y ha mutado a tal grado de que el mismo término actualmente se aplica a prácticamente cualquier tema que se apropie y se vincule con los valores de transparencia e intercambio de conocimiento con la sociedad. Esta filosofía le otorga al sujeto un grado de satisfacción al crear algo propio, por lo que ha crecido en varios ámbitos, entre ellos la fabricación de materiales.

A partir de las posturas de varios expertos en biomateriales, surge el concepto de DIY materials, haciendo alusión a la creación por medios caseros y procesos propios de cada diseñador, incentivando otras maneras de crear y expresar las cualidades de los materiales, bajo la idea de un mundo más sostenible y menos industrializado, pudiendo ser estos completamente nuevos, modificados o incluso versiones modificadas de los materiales existentes. (Rognoli et al. 2018 p.7).

La gráfica DIY material de valentina Rognoli et al. Del 2019 (Fig. 00) muestra el área de impacto tanto social como de incorporación al ámbito comercial que tienen los materiales de tipo DIY en comparación con los materiales tradicionales, los cuales son fabricados directamente por la industria y pasan al mercado sin aportación comunitaria. Dentro del entorno biomaterial el DIY se abre en dos ramas (Fig. 00), el cook it yourself por sus siglas CIY y el grow it yourself por sus siglas GIY.

Grow it yourself (GIY)

También conocidos como cultivables, en LABVA (2019) los definen como aquellos materiales que surgen a partir de su crecimiento dentro de un sustrato y que por tanto toman la forma del molde donde se alojan, estos únicamente requieren ser alimentados y su ciclo vital hace el resto del trabajo, una vez obtienen el tamaño y la forma deseada se detiene su crecimiento, ya sea por cambio de temperatura u otros procesos y da como resultado una estructura.

Dentro de estos, los principales son la celulosa bacteriana y los aglomerados que se generan a partir del micelio.

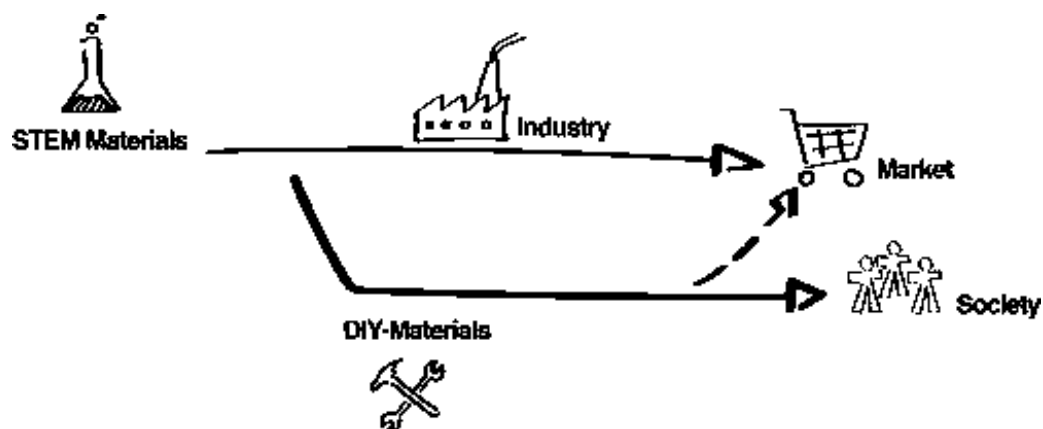


Fig.20 gráfica DIY material de Valentina Rognoli.

Cook it yourself (CIY)

También conocidos como aglomerantes, LABVA (2019) los define como aquellos materiales que resultan de la mezcla y cocción entre un aglomerante de origen natural (endémico del lugar) más un relleno, prácticamente bajo el esquema de recetas de cocina.

Finalmente, después de realizar pruebas piloto con ambos métodos de creación biomaterial, mismas que se muestran al principio del apartado de experimentación de este documento, se definió que, para este proyecto de investigación por cuestiones de plazos y alcances del proyecto, la mejor manera de avanzar sería continuando con el esquema de producción biomaterial bajo el cook it yourself.

Open source

El siglo XX fue sin duda una época de cambios, en muchos aspectos y dichos cambios han resultado en repercusiones en la actualidad en la manera que se produce como ya se habló anteriormente, así como también la diversificación del conocimiento, la sociedad comenzó a tener acceso a los procesos, este hecho se originó por el movimiento del open source (código abierto) que es un término que se refiere al desarrollo, bajo el uso colectivo y compartido del conocimiento.

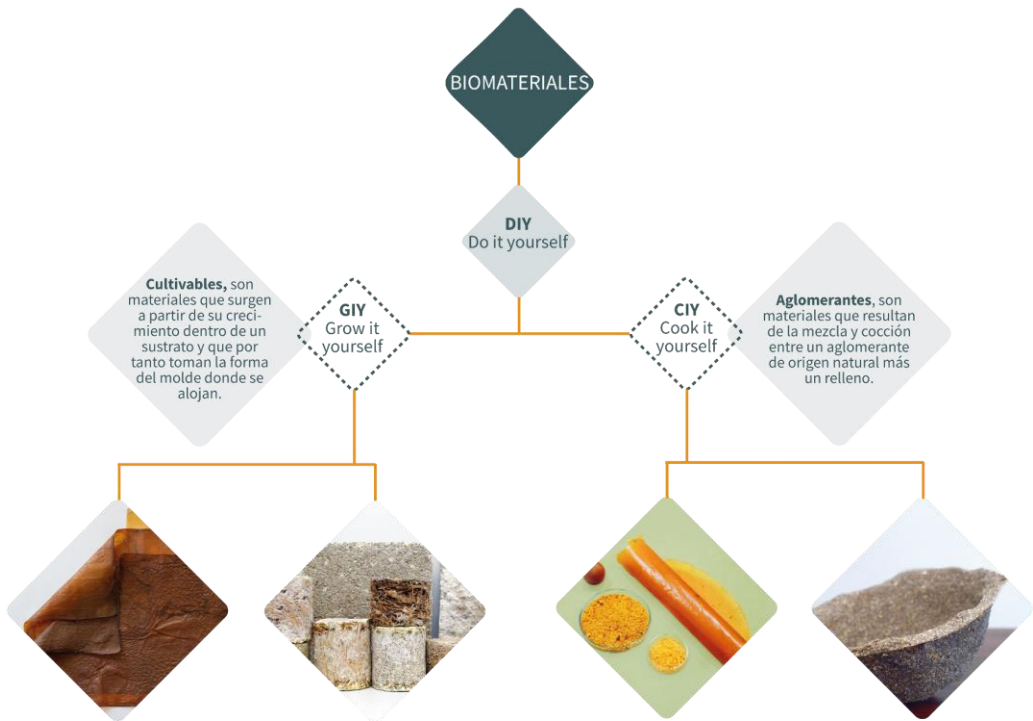


Fig.21 Diversificación del DIY en el mundo biomaterial.

En el año 1998, un grupo de destacados hackers y activistas de la comunidad cibernética fundaron la iniciativa por el código fuente abierto (open source initiative, OSI). Con Éric s. Raymond y Bruce Perens al frente, este grupo quería desvincularse del estilo de Stallman y la FSF, según ellos demasiado radical en sus planteamientos y sus acciones, apostando por el término open source.

Aunando un poco en sus orígenes, según el mismo portal web (2022) la relevancia del término ha aumentado considerablemente desde los noventa, a la vez que se va diversificando por nuevos movimientos que se basan en la filosofía de compartir la información con todos, generar nuevos conocimientos y continuar compartiéndolos. Es a partir de esto que han surgido plataformas con esa finalidad, por ejemplo, open materials.

Open materials, es un grupo de investigadores del conocimiento abierto y la experimentación de los modos de producción y usos de materiales, fundado por Catarina Mota. Basados en la filosofía del movimiento de código abierto de software y hardware, esta asociación busca dar a conocer materiales como instrumentos para que se desarrollen investigaciones de manera colaborativa y pública. Ven a los materiales como un recurso abierto, y pretender que el conocimiento de los procesos también lo sea, compartiendo el conocimiento, aplicaciones y técnicas.

Estos conceptos nacen justamente por las redes de conocimiento compartido que permite la posibilidad de trasladar la tecnología e información a los usuarios, de manera que hoy cualquiera podría, si así lo deseara, fabricar sus propios productos, adaptados a necesidades propias específicas o tener acceso libre a proyectos de alguien más. (Cores i. 2018)

Es a través de su página web que se comparten estos nuevos conocimientos, a través de documentar los procesos. Los objetivos de Open Materials (2022) son:

- Recopilar información interesante (noticias, técnicas, teoría, obras de arte, videos, etc.) Y compartirla a través del blog.
- Generar una base de materiales, herramientas y técnicas relacionadas al campo biomaterial (descripciones, propiedades físicas, para qué sirve y para qué no, trucos y trucos, dónde conseguirlo, quién lo usa, quién lo mejora).
- Experimentar y documentar todo el proceso, y compartirlo por medio de texto o video.

Una exhortación provocativa a los diseñadores para comenzar una enérgica protesta contra el sistema cerrado de desarrollo de materiales, que por un lado excluye a los diseñadores sobre la base de la falta de conocimiento, y por otro lado la dependencia del sistema para seleccionar el material para un proyecto. (Ragnoli, et al. 2018)

También bajo esta ideología encontramos a Materiom, plataforma creada por la Dra. Alysia Garmulewicz, como es descrito en su página web (2022), es un centro de

experiencia regional que establece un circuito de retroalimentación entre las adquisiciones locales, las aplicaciones del mercado y una red internacional de investigación y desarrollo de materiales. En la plataforma se pueden encontrar múltiples recetas que han sido aportación de artistas, ingenieros, arquitectos, científicos, diseñadores.

Finalmente, otro referente de esta filosofía de compartir conocimiento es el documento recipes for materials activism de Miriam Ribul (2013) (Fig. 00) que reúne una variedad de recetas con herramientas y materiales comunes, empoderando la fabricación local, definiéndolo como activismo material.

Biomateriales

La clave de este proyecto de investigación sin duda es el concepto de biomaterial (Fig. 00) y todo lo que este implica. Biomaterial es un término muy amplio, pues varía según el área donde se aplique, generalmente es utilizado en el ámbito de la medicina, pues la misma RAE (2022) lo define como un material tolerado por el organismo, que es utilizado para la generación de prótesis y otros fines. Es por tanto que descartamos esa definición, pues no es aplicable a nuestro campo, que es relativamente nuevo. Algunas definiciones relevantes de biomaterial serían:

Para fines de esta investigación definimos un biomaterial como aquel en el que sus componentes son orgánicos, y por lo tanto le otorga propiedades de biodegradabilidad, lo que le permite reintegrarse al medio ambiente, creando ciclos naturales, y siempre bajo los principios de la sostenibilidad. Los biomateriales deben tener una densidad y peso adecuados, tener una buena resistencia mecánica, deben ser fáciles de fabricar y producir a mayor escala.

Materiales diseñados desde las materias primas biológicas o bio-orgánicas que al ser transformadas se convierten en objetos o en materiales. (Medina, e. 2021)

Son materiales elaborados a partir de recursos naturales, compuestos sobre los principios de la economía circular y química sustentable para asegurar su biodegradabilidad y retorno de nutriente al ecosistema al término de su ciclo de vida. (Bolumburu, p. 2018)

Fig. 23 Portada del libro Recipes for Material Activism.



Fig. 24 Conjunto de biomateriales.

El interés por este tipo de materiales ha tomado mucha relevancia en la actualidad, es aquí donde los diseñadores aportan en la investigación a través de las exploraciones materiales, siempre respetando al medio ambiente y minimizando en lo más posible su impacto. Los biomateriales se pueden dividir a la vez en dos tipos:

Los biocompuestos (Fig. 00) que son bloques que varían en sus dimensiones, según las necesidades del diseñador, generalmente estos bloques son rígidos y con un nivel de resistencia a la compresión.

Los bioplásticos (Fig. 00) que son membranas no rígidas, con características de traslúcidas o transparentes y una flexibilidad, dependiendo de su grosor o características propias, pueden ser considerados cueros.

Residuos agroindustriales

Según el informe sintético del CCA (2017) el término residuo orgánico (Fig. 00) se refiere a todo aquel material que proviene de especies de flora o fauna y es susceptible de descomposición por microorganismos, o bien consiste en restos, sobras o productos de desecho de cualquier organismo.

El concepto de residuo está estrechamente relacionado al de deterioro, que comúnmente se relaciona a aquello que no sirve, como pueden ser objetos desgastados, o que ya no tienen ninguna función, en este punto retomaremos la definición de Kevin Lynch respecto al deterioro. Para él la problemática de la acumulación y la generación de los residuos se puede atacar desde tres posturas, reduciendo el consumo, fabricando los productos con una mayor duración y un mantenimiento adecuado.



Fig.25 Biocompuesto de cáscara de huevo.



Según la SAVAL (2012) la agroindustria es la actividad que se refiere a la producción primaria tanto agrícola,

pecuaria o forestal, su proceso de transformación, hasta su etapa de la comercialización final, aunado a todo lo relacionado con la administración, mercadotecnia y financiamiento.

Es lo que carece de valor o de utilidad para un objetivo humano, es una reducción de algo sin un resultado aparentemente útil. (Lynch, 2005).

El desarrollo agroindustrial trae ventajas como la mejora de la calidad de vida de la población, pero a la vez fomenta que la población se vuelva consumista y requiera de nuevos productos, complejizando el proceso, y aumentando la generación de residuos, que generalmente no representan un valor, pero sí que pueden ser una valiosa materia prima para otros productos.

Ahora bien, los residuos agroindustriales (Fig. 00) son por tanto aquellos que las industrias alimentarias y agrícolas generan, y estos son generados diariamente, entre los cuales se pueden encontrar tallos, hojas, bagazo, cortezas, virutas, etc. Este tipo de residuos se divide en siete grupos, productos lácteos, cereales, pescados y mariscos, raíces y tubérculos, productos cárnicos, plantas oleaginosas y frutas y verduras. Según el artículo de Barrio Nuevo et al. (2017) lo que generalmente ocurre es que se aprovechan para la alimentación del ganado, pero aun así la mayoría termina en depósitos o a cielo abierto lo que genera focos de infección.

La producción en toneladas de materia orgánica derivadas de procesos fotosintéticos en la tierra oscila alrededor de 155 billones/año, sin embargo, solo una mínima fracción puede ser consumida de manera directa por el hombre y/o animales, en su mayoría esta materia orgánica se transforma en residuos no comestibles que se constituyen en una fuente de contaminación ambiental. (Cury r, et al. 2017)

billones de toneladas de biomasa por año. Aunado a esto se estima que estas cantidades aumentarán, pues según datos de la ONU (2022) el aumento poblacional aumentará en 2050 y con ello las necesidades alimentarias por lo que se estima que aumentará la producción en un 70%.

También los residuos agroindustriales se relacionan a problemas ambientales (Fig. 00), por lo que el interés de recuperarlos y utilizarlos va en aumento, dándole un alto valor agregado, que aunado a ello busca generar ingresos adicionales, y contribuir en minimizar esas problemáticas. Entre los productos que se pueden obtener de estos residuos están los biocombustibles, pigmentos, fibras, plásticos y biocompuestos degradables.

Finalmente, en México se generan anualmente cerca de 76 millones de toneladas de residuos agroindustriales que vienen de la producción de frutas y vegetales. (limón, peras, manzanas, papaya, piña, plátano, naranja, maíz, caña de azúcar, frijol, col, zanahoria, tomate, lechuga, papa).

Durante el proceso de postcosecha se llegan a generar residuos que equivalen a un 40% del volumen de producción, estos vistos fuera del concepto de residuo son una fuente disponible y renovable de



Fig.27 Residuo orgánico generado en viviendas.

Fig.28 Residuo agroindustrial del maíz.



Marco teórico conceptual

39



Fig.29 Contaminación del aire por quema de campos de producción de alimentos.

Residuo orgánico. Se entiende por residuos todos aquellos materiales o restos que no tienen ningún valor económico para el usuario, pero sí un valor comercial para su recuperación e incorporación al ciclo de vida de la materia. (INEC, 2015)

Territorio. Porción de la superficie terrestre perteneciente a una nación, región, provincia, etc. (RAE, 2022)

Finalmente, en México se generan anualmente cerca de 76 millones de toneladas de residuos agroindustriales que vienen de la producción de frutas y vegetales. (limón, peras, manzanas, papaya, piña, plátano, naranja, maíz, caña de azúcar, frijol, col, zanahoria, tomate, lechuga, papa).

Estado del arte

En el planeta en la actualidad existen ya varios ejemplos y proyectos en el ámbito de los biomateriales, que van desde exploraciones en ambientes académicos hasta la conformación de laboratorios enfocados en los mismos exclusivamente, todos tienen algo en común, el fin de crear materiales o productos que ayuden al cuidado de medio ambiente, a utilizar lo que se consideraba residuos, y establecer un mejor uso en general de las materias primas que la naturaleza nos ofrece, sin afectar los ciclos de vida ni el ecosistema. Las prácticas de diseño en el ámbito biomaterial, nos otorgan procesos de diseño que actualmente se enfocan en resolver problemas de impacto ambiental o con fines sustentables, por lo que es de suma importancia explorar el campo y entender cómo se han resuelto, pues este tipo de diseños representan grandes retos para poder tener impactos significativos en el área ambiental.

Para poder desarrollar este apartado se realizó una búsqueda de buenas prácticas en este ámbito, que estuvieran relacionadas con la finalidad de producto que se busca, aglomerados o similares, ante lo cual se divide en dos apartados importantes, en primera instancia los laboratorios y en segunda los productos puntuales, por lo que a continuación se presentan las más relevantes propuestas de diseño de biomateriales relevantes al proyecto, en los cuales se explora la materialidad y la forma y que nos ayudará a comprender las diversas maneras de generar sus materias, sus procesos, entre otros aspectos. Asimismo, nos brindará un panorama de las múltiples posibilidades de los residuos, así como de aquellos componentes en sus recetas necesarios para poder crear una materia funcional, y finalmente y un aspecto muy sustancial, el paso más allá, es decir la aplicación real de esos materiales en productos cuyo impacto sea significativo.

Dentro de las prácticas se deben destacar aquellas que han aportado a partir de la utilización de los materiales agroindustriales, utilizando el material orgánico como principal componente, junto con otros agregados a manera de aglutinantes naturales con el fin único de que aquellos recursos no sean desperdiciados y se utilicen en la producción de objetos de valor, textiles, elementos para la construcción, acabados, etc.

Laboratorios

Se revisarán tres laboratorios, uno a nivel nacional que es biology studio, otro a nivel Latinoamérica que es LABVA en Chile y finalmente intercontinentalmente a Biohm en Londres, la finalidad es ver como se trabajan los biomateriales en diversos países.

Biology studio (México)

Biología, diseño y naturaleza

El primer laboratorio que abordaremos se encuentra en México, más específicamente en la ciudad de México y se llama Biology Studio (Fig. 00), su líder es la autoproclamada artista biológica Edith Medina (Fig. 00), quien es un referente importante a nivel LATAM con más de 20 años de experiencia, en su laboratorio se crean propuestas a partir de métodos técnicos (recetas de cocina) que buscan innovar en el ámbito de los textiles, diseño, etc. Su filosofía se basa en el I.T.T. (innovación, tecnología y tradición) para la creación de materiales.

En su amplio catálogo de materiales y productos se busca especular con usos futuros de los mismos, a través de recuperar conocimientos

Al ver las necesidades del diseño, la moda y el área creativa, decido vincular el diseño, la biología y la naturaleza en un proyecto que integra educación, divulgación y desarrollo de materiales y tecnologías de lo material. (Medina, E. 2021)

ancestrales y vincularlos con los procesos actuales, la biología y el diseño. Ante esto han desarrollado varios proyectos de investigación y creación de productos de la mano con comunidades mexicanas.

El equipo de profesionales que forman este laboratorio, son conscientes de que la sostenibilidad en los biomateriales, no solo se obtiene por el uso de determinada materia prima orgánica, sino que también se deben considerar una serie de factores y condiciones, desde cómo se obtienen los sustratos, todo el proceso y el contexto donde se desarrollen.

El laboratorio además realiza asesorías y proyectos de divulgación (Fig. 00) tanto con empresas, escuelas y diseñadores que busquen desarrollar materiales bajo un enfoque sustentable, además de realizar talleres de biofabricación alrededor de Latinoamérica, justamente nuestra generación MDA, tuvo la valiosa oportunidad de participar en un taller con la Dra. Edith Medina a principios del año 2021 y fue en este donde de manera personal conocí y nació mi interés en los biomateriales, al punto de ser un detonante en el cambio drástico de desarrollo de mi tesis.

Dentro de los talleres que realizan se encuentran, tanto en modalidad presencial como online; el de biofabricación textil (online/julio), el de textiles biopoliméricos intensivo (presencial/julio (CDMX)/septiembre (Guadalajara)), y el taller-laboratorio de biosemiótica (online/agosto).

Integramos a través de nuestros programas, la divulgación de materias primas que muchas veces están en desuso o bien no se conocía su aplicación para desarrollar un determinado material o sistema material. (Medina, E. 2021)

Bajo esta idea de aprovechar materia que no se utiliza es que surgió uno de sus materiales más llamativos, el biocuero de grana cochinilla (Fig. 00) la cual

tradicionalmente se utiliza como un tinte natural, en el estudio se desarrolló la fórmula de este biocuero aprovechando este tinte hasta conseguir un color casi negro, y se encuentran perfeccionando esta fórmula, para aprovechar al máximo los residuos y las características técnicas del material.

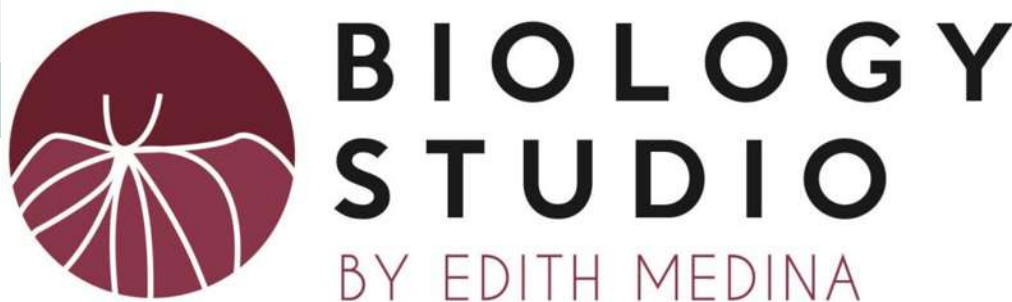


Fig. 31 Logo de Biology Studio.

Fig. 32 Edith Medina fundadora de Biology Studio.

Fig.33 Equipo de Biology studio desarrollando biomateriales.



Estado del arte

43



Fig.34 Textil bio polimérico base grana cochinilla con fibras de henequén.

LABVA (chile)

Cultivamos, cocinamos, creamos y enseñamos

El segundo laboratorio que citaremos es LABVA, por sus siglas laboratorio de biomateriales de valdivia, que se encuentra al sur de Chile, y es un excelente ejemplo de la comunidad a nivel Latinoamérica que desarrolla la cultura biomaterial, en su caso a partir de conocimientos, experiencias y trabajos compartidos desde el territorio.

Modelamos la abundancia material de nuestro territorio (LABVA, 2022)

con un enfoque transdisciplinar, donde se involucran diseñadores, artesanos, biólogos, químicos, arquitectos y gente del oficio, cuya filosofía nace de cuestionar los materiales actuales y su contexto social, ambiental y cultural, que buscan promover la investigación, experimentación y creación de nuevos materiales, como una herramienta de empoderamiento y divulgación medioambiental.

Según se menciona en su página oficial LABVA (2022) (Fig. 00), son un equipo de profesionales

LABVA es un laboratorio y cocina comunitaria independiente y autogestionada, donde en conjunto con la comunidad cultivan y cocinan biomateriales. El laboratorio se funda en 2018 por un grupo interdisciplinario de profesionales (Fig. 00) conformado por la diseñadora gráfica Valentina Aliaga, los arquitectos María José Besoain y Alejandro Weiss, también por el biólogo marino Esteban Ossès y finalmente la bioquímica Gabriela Carrasco. El equipo tiene por objetivo crear una paleta biomaterial, heterogénea, diversa y sobre todo con denominación de origen directamente relacionada a las abundancias (materias primas) de su entorno, la ciudad de Chile y a los alrededores, tanto de un origen natural como de residuos antrópicos, como bien refleja su lema.



Al trabajar bajo ese enfoque territorial, el equipo se pudo percatar de que su ciudad sufre de desabastecimiento constante de insumos, pues la mayoría son importados, y es a partir de esto que toma fuerza el querer darle valor al territorio y lo que este ofrece como materias primas, y a la vez impactar positivamente en la sustentabilidad, pues generan impactos positivos en el ambiente, en el ámbito social y también el económico.

Velan por contribuir al nacimiento de una nueva cultura material, con la cual se restablezcan los lazos entre las comunidades y sus territorios, para lo cual se enfocan tanto en la experimentación, como en la educación y difusión de sus metodologías tanto a estudiantes como organizaciones públicas y privadas, realizan también investigaciones sobre la reutilización de residuos domiciliarios, industriales y antrópicos. Además, cuentan con un programa de residencia llamado villa LABVA, a través de la cual abren la puerta de sus laboratorios, invitando a la gente a experimentar, con una duración de 3-5 días.

Su trabajo se desarrolla bajo la metodología del diseño basado en la biodiversidad (el cual se explicará a mayor extensión en páginas posteriores) a través de la cual generan biomateriales, desde el cultivo de organismos (GIY - Grow It Yourself), así como desde recetas de cocina (CIY - Cook It Yourself), y con estos métodos desarrollar nuevas materialidades, siguiendo sus tres etapas principales, el territorio y la colecta, el procesamiento de la materia prima, y la experimentación material al diseño especulativo.

Fig. 35 Logo de LABVA

Los ejercicios que han realizado van desde biofilms, biotextiles como cueros o plásticos, que generan desde la celulosa bacteriana (Fig. 00), o también desde algas marinas, biocompuestos generalmente con los residuos antrópicos que combinan con aglutinantes naturales como por ejemplo polímeros o almidones, que inclusive extraen por cuenta propia y es todo un proceso artesanal, y también biocompuestos a partir de la manipulación del micelio que es muy abundante en su localidad.

En proyectos colaborativos, tienen DVOFILIA de la mano de Heidi Jalkh y Nicolás Hernández, es un proyecto en el cual los implicados exploraron por medios digitales la manipulación de la forma de los productos que LABVA ha desarrollado, en este en particular se trabajó con el biocerámico creado a partir de la cáscara de huevo, al cual se buscaba darle un valor agregado al manipular las formas finales a través de una serie de variables, entre ellas la tensión y el peso, utilizando como molde telas, que por su elasticidad permitían crear piezas únicas.



Fig.37 Lámina de celulosa bacteriana implementada en propuestas de packaging.

Fig.36 Equipo LABVA.

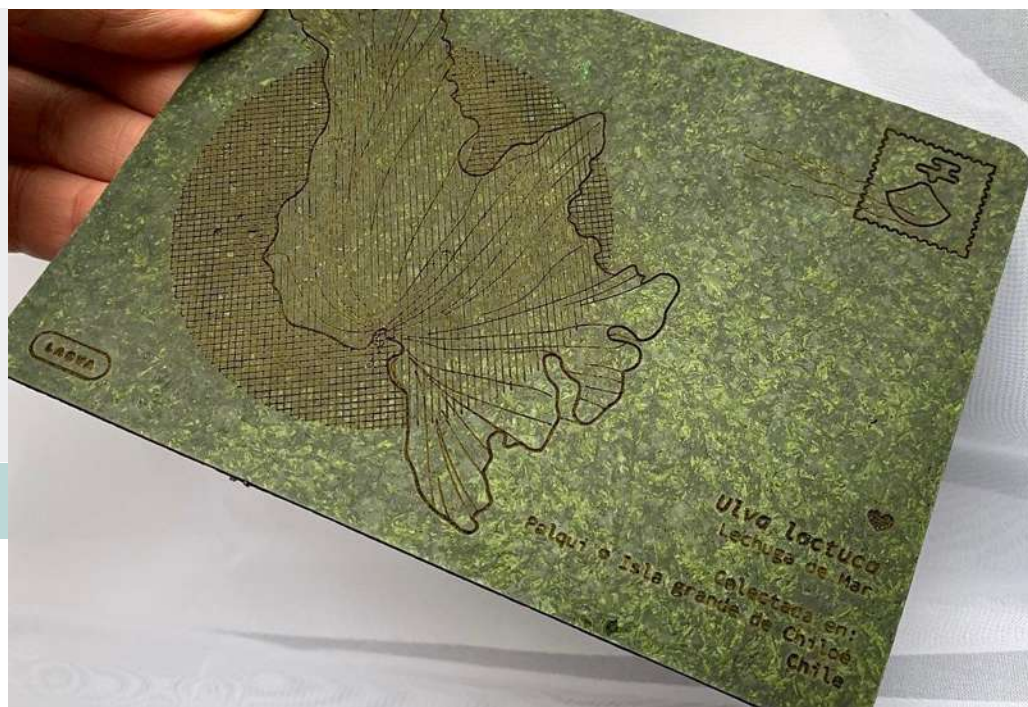


Fig.38 Bio postal hecha de lechuga de mar colectada en pelqui, Chiloé.

Biohm (Londres)

Materiales de base biológica

Permitimos que la naturaleza lidere la innovación, revolucione la construcción y cree un entorno construido más saludable y sostenible. (Biohm, 2022)

Finalmente, el último laboratorio que abordaremos a nivel intercontinental es Biohm (Fig. 00), que es una empresa de biofabricación que se dedica a la investigación y desarrollo de biomateriales, la cual ha obtenido varios premios en este campo, la misma fue fundada por Ehab Sayed (Fig. 00), quien es un empresario, investigador, ingeniero y diseñador, que buscaba llevar a otro nivel los principios de la biomimética y utilizarlos en el campo de la construcción, aprovechando los conocimientos y técnicas de la naturaleza en nuestro entorno. Su equipo se conforma de expertos en diferentes campos de la biotecnología, la biología, el diseño, la ingeniería, etc.

Permitimos que la naturaleza lidere la innovación, revolucione la construcción y cree un entorno construido más saludable y sostenible. (Biohm, 2022).

Este laboratorio es de los pioneros en el campo de los materiales de base biológica, transforma los residuos orgánicos en nuevos materiales con valor y funcionalidad. Como mencionan en su página web oficial (2022), continuamente realizan investigaciones que están basadas en la relación de la economía circular, el micelio y el aprovechamiento de los residuos.

Fig.39 Logo de Biohm.



Su filosofía se basa en que nada es eterno, todo está en constante cambio, por lo cual plantean que ellos no diseñan, sino que refinan lo que la naturaleza nos ha dado. Su visión es crear entornos humanos más saludables y sostenibles inspirados en la naturaleza.

Dentro de sus objetivos como bien mencionan, buscan ir más allá de solo reducir el impacto medioambiental actual y buscar alternativas que realmente sean regenerativas para el manejo de los residuos, así como en la fabricación y la construcción, pues la actual situación ambiental necesita de un cambio radical.

En Biohm, nuestro objetivo es inspirar la transformación en la industria de la construcción con enfoques radicales para la construcción. Para una transición sostenible hacia un futuro circular, ubicamos la biomimética en el centro de todas las decisiones de diseño. (Biohm, 2022)



Fig.40 Ehab Sayed fundador de Biohm.

Los principios de Biohm (2022) son:

- 1 Biomimética.** Diseño inspirado en la naturaleza.
- 2 Economía circular.** Eficiencia de los recursos del ciclo de vida, mayor valor de los recursos y consideraciones sobre el final de la vida.
- 3 Diseño centrado en el ser humano.** Consideraciones interdisciplinarias sobre las necesidades humanas.
- 4 Energía y carbono.** Consideraciones sobre energías renovables progresivas, secuestro de carbono, eficiencia y autosuficiencia.
- 5 Tecnología.** Integración de la última tecnología adecuada.
- 6 Fabricación externa.** Prefabricación sostenible fuera del sitio y montaje en el sitio.

En Biohm se tienen dos líneas de materiales principales, una es Mycelium y la otra es Orb. En la primera el micelio lo aprovechan utilizando su raíz (una red de finos filamentos blancos) para cultivar materiales a partir de residuos orgánicos de otras industrias, y a partir del cual han desarrollado un panel de aislamiento de 1200 x 2400 mm entre otros productos (Fig. 00), cuyas principales características son:

- 1 Capacidad térmica**
- 2 Rendimiento contra incendios**
- 3 Rendimiento acústico**
- 4 Sustentabilidad**
- 5 Durabilidad**
- 6 Edificabilidad**
- 7 Salud y bienestar**

El producto Orb (Fig. 00), es un biocompuesto a base de desechos orgánicos, principalmente de alimentos y del sector agroindustrial, que son transformados en láminas u objetos tridimensionales. En su página mencionan que el residuo se procesa en un relleno homogéneo que se une por medio de un aglutinante único y orgánico (no se especifica cuál) con el que se pretende crear alternativas a los laminados de base de madera, y sus principales características son:

- 1 Sustentabilidad.** Utilizando recursos que de otro modo irían a parar a vertederos.
- 2 Durabilidad.** Es resistente a la humedad manteniendo la forma, el rendimiento y la transpirabilidad cuando se expone a la humedad dentro del entorno construido.
- 3 Trabajabilidad.** Se puede formar en láminas estándar y moldear o comprimir en una amplia gama de formas.
- 4 Salud y bienestar.** No emite COV nocivos, como el formaldehído, que afectan la calidad del aire interior y la salud y el bienestar de los ocupantes.

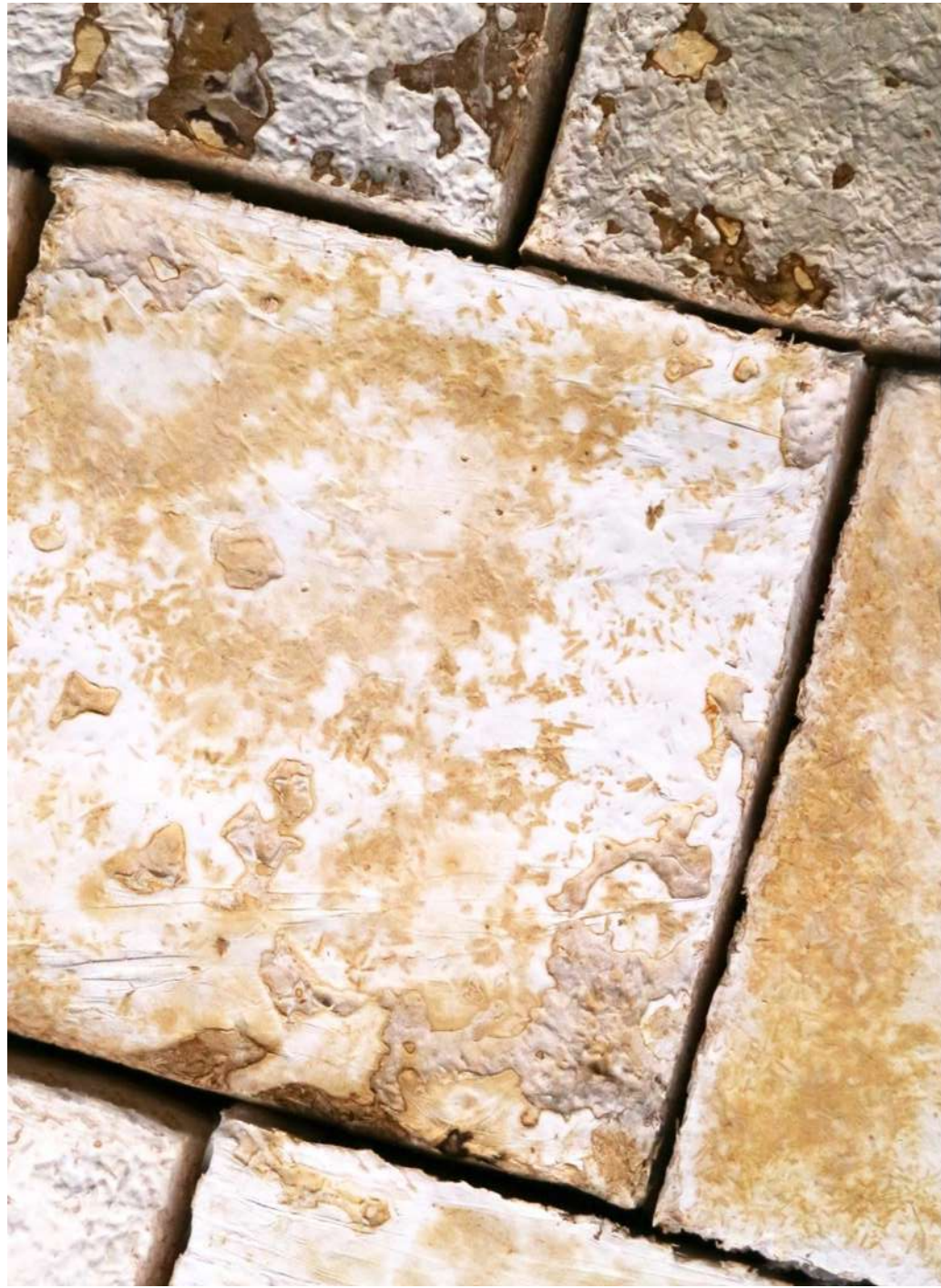


Fig.41 Panel Mycelium de aislamiento a partir de micelio.



Fig.42 Bio compuesto Orb.

Productos

Dentro de los referentes a consultar, el tema principal es su aportación en procesos a través de los cuales se transforman residuos agroindustriales o similares, junto con diversos aglutinantes, morteros o adhesivos naturales con el fin principal de rescatar y utilizar estos recursos y transformarlos en productos utilitarios, para la construcción, los textiles, objetos de diseño, etc. A continuación, se hará una breve descripción de cinco productos bajo este esquema, chip[s] board, coco pallet, corn board manufacturing Inc., Koko board ltd y Miyuca.

Chip[s] board

Es una empresa de reino unido que se formó en 2017 entre los talleres y cocinas de la escuela de arte de Kingston en Londres. Robert Nicoll y Rowan Minkley sus fundadores, toman las cáscaras de papa que se desechan en McCain foods dándoles una segunda vida. Se dedican al desarrollo de bioplásticos, en todo momento bajo un enfoque de economía circular, además de combinar la innovación con la investigación con el fin de maximizar los recursos abundantes que no se utilizan y con ello contribuir a la mejora del medio ambiente.

Su proyecto es un ejemplo potencial del diseño circular aplicado, pues su filosofía se puede resumir en encontrar el

valor donde otros ven residuos, principalmente en productos agroindustriales (Fig. 00), y con ello han demostrado que la innovación puede estar en cualquier parte, como en su caso fue en las cáscaras de papa.

Tienen por objetivo que todos los productos que creen estén bajo la certificación cradle to cradle,

por lo que siempre se busca que los materiales se mantengan dentro de la economía circular desarrollan estrategias de recolección y políticas para tratar los materiales al final de su vida útil.

Su nombre se da por su primer producto creado, Chip[s] Board es una alternativa biodegradable al aglomerado de MDF (Fig. 00), que se crea a partir del almidón de la papa, sin embargo, esta propuesta se terminó dejando de lado porque económicamente no era competencia en el mercado, pues como bien lo comentan, una clave de la circularidad también es la economía.

Chip[s] Board ha sido reconocido con varios premios, al convertir los desechos agroindustriales de la papa en otro nuevo producto que llaman Parblex (Fig. 00), el cual es un bioplástico que puede ser utilizado en técnicas industrializadas como la impresión 3D y el modelado por inyección. Para darle variedad en tonos y acabados a este producto, han experimentado agregando residuos de café, virutas de madera, fibras de papa, bambú, etc.

Los materiales a menudo necesitan tener vidas cortas, por lo que nuestra visión es crear materiales que funcionen con los ciclos de la naturaleza, no contra ellos. (Nicoll, r. 2022)

La economía circular debe ser el punto de partida a la hora de diseñar nuevos productos y materiales. (Minkley, r. 2022)

Chip[s] Board®

from plate to plastic, it's that simple



Fig.43 Chip[s] board.



Fig.44 Industria McCain foods productora de papa.

Fig.45 Proceso de diseño de Chip[s] board.

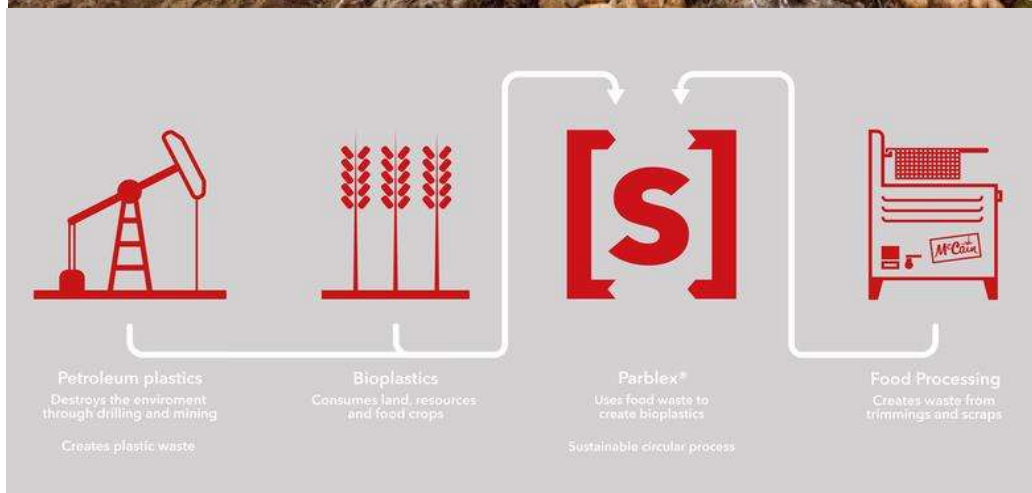


Fig.46 Aglomerado Chip[s] board.



Fig.47 Bioplástico Parblex.

Coco pallet

Lo brillante es que hacemos que la sustentabilidad sea asequible y, por lo tanto, escalable. (Michael Vos, 2020)

está conformada por un equipo de profesionales que trabajan en una propuesta sustentable a través de un pallet sustentable, con el que buscan minimizar los impactos derivados de la deforestación a través de sustituir la madera que se utiliza para producir pallets y prometiendo con ello salvar hasta 200 millones de árboles por año.

Fundada por Michael Vos (Fig. 49), es una empresa europea que se encuentra en Ámsterdam, países bajos, y que



Fig.48 Logo de Coco pallet.

Fig.49 Michael Vos fundador de Coco pallet.

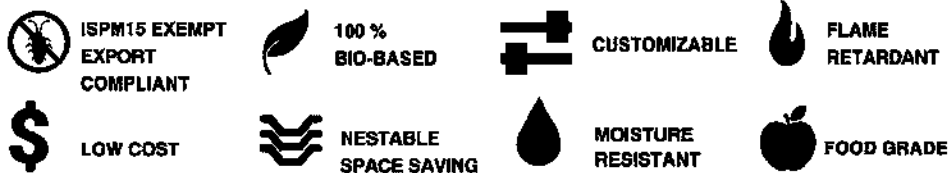
El material generado es a base de las cáscaras del coco (Fig. 00), unidas con un aglutinante natural que viene de la lignina, y a través de una técnica de origen tradicional de indonesia, a través de lo cual se producen los pallets biodegradables, obteniendo un material libre de tóxicos, resistente al fuego, y que tienen mayor durabilidad y ocupan menos espacio que un pallet tradicional, el material es reciclable ya que si se tritura puede usarse como abono. Estos pallets (Fig. 00) son elaborados en un tamaño estándar de 1200x1000x115 mm, y resisten una carga de 1000 kg en movimiento y de 3000 kg de peso estático.

Con la producción de este material se buscan atacar algunos problemas específicos como la contaminación ambiental, evitando que de los 73 000 millones de cáscaras de coco que se generan terminen en vertederos o sean quemados cada año, evitar la tala de más de 170 millones de árboles que se utilizan para generar 1700 millones de tarimas de madera y finalmente apoyar con un ingreso extra a los productores del coco, que en su mayoría viven en pobreza.

Entre las principales características del pallet tradicional con el de coco pallet encontramos:



Fig.50 Residuos del coco en zona productiva.



1 Los gastos y la generación de CO_2 se reducen cuando se utiliza en la exportación de un solo sentido de Asia, a la vez que reducen su huella de carbono.

2 Es producido con calor a la alta presión, al no contener madera está libre de la norma ispm15.

3 Por su diseño compacto se ahorra un 70% de espacio.

4 Es un producto natural y biodegradable, sin resinas sintéticas.

5 Al finalizar su vida útil, vuelve al suelo como abono.

6 Salva millones de árboles al año, les da valor a los residuos del coco y es un apoyo económico extra para los agricultores del mismo.

1 El costo es mayor por los escasos de madera.

2 Requieren un tratamiento térmico y tóxico para el cumplimiento de la norma ispm15.

3 Su diseño es voluminoso, dificultando su envío y almacenamiento.

4 Uso de clavos y al final de su vida útil son quemados o se van a rellenos sanitarios, lo que implica además un costo extra.

5 El diseño para un solo uso es insostenible y contaminante.



Fig.51 Características de la tarima de coco pallet.

Con la producción de este material se buscan atacar algunos problemas específicos como la contaminación ambiental, evitando que de los 73 000 millones de cáscaras de coco que se generan terminen en vertederos o sean quemados cada año, evitar la tala de más de 170 millones de árboles que se utilizan para generar 1700 millones de tarimas de madera y finalmente apoyar con un ingreso extra a los productores del coco, que en su mayoría viven en pobreza.

CornBoard manufacturing Inc.

Una alternativa verde a los productos de madera prensada

En Texas, estados unidos se encuentra CornBoard manufacturing Inc., una empresa fundada por lane Segerstrom (Fig. 00), cuya idea se incuba, desarrolla, perfecciona y patenta por investigadores de la universidad de Illinois en 2009, y se materializa como empresa en 2010. Nace como una alternativa sustentable a los aglomerados de madera que se fabrican en la región, elaborada a partir de los residuos del maíz.



Fig.53 Logo de CornBoard manufacturing Inc.

Fig.54 Jane Segerstrom fundador de CornBoard manufacturing Inc.

En la economía actual, se trata de algo más que iniciar un negocio y obtener ganancias; se trata de dejar un legado de carbono. Ser conscientes del impacto que tenemos en nuestro entorno y en las personas que nos rodean, nos desafía a innovar y mejorar. (Segerstrom, I. 2020)

CornBoard manufacturing Inc. (Fig. 00) tiene por objetivo rescatar y utilizar de manera sostenible los desechos que se generan en la cosecha de maíz

(biomasa) pues es una abundancia constante en la región, para que después por medio de un proceso se conviertan en productos sustentables y duraderos y que estos sean de los más competitivos del mercado.

Su proceso de creación (Fig. 00) es simple como explican en su página, inicia justo después de la cosecha del maíz con el empaquetado y transporte de los residuos, para pasar a la etapa de fabricación, donde son molidos hasta la granulometría adecuada (se tamiza y se clasifica) para posterior ser mezclada con una resina sin formaldehído (no se especifica cuál, pero se menciona que dicha resina está en proceso de patentado), la mezcla se vacía en el molde y a base de presión y calor se unifica.

Dentro de su fundamento sustentable, buscan contribuir al medio ambiente por medio de los siguientes puntos:

1 Salvar a los bosques con un recurso renovable. Se estima que diariamente se deforestan 8 millones de árboles, por lo que buscan contribuir al cambiar el uso de madera por una abundancia local, el rastrojo de maíz que además es renovable y va en aumento.

2 Sustentabilidad y creación de empleos. Sus procesos son sostenibles, y buscan en todo momento minimizar el uso de resinas y derivados del petróleo, buscan perfeccionar procesos para definir prácticas innovadoras y con el uso consiente de los recursos naturales, con lo que además genera empleos en todo aquel lugar donde el maíz sea su principal producción.



Fig. 55 Maquinaria para fabricar paneles.

3 Eliminación del CO₂. A través de fomentar una agricultura sin labranza, por medio de la cual se reducen grandemente las emisiones de CO₂, además de reducir para el mismo gasto por combustible, equipos y tiempo. Así como por la siembra de maíz, que elimina 8 ton de CO₂ por cada acre durante su crecimiento.

El material que obtienen es duradero, económico y su acabado final es muy estético es muy fácil pues puede ser utilizado tanto en muebles, recubrimientos y puede estar tanto al interior como al exterior. Y actualmente cuentan con 3 líneas de productos, stalk it, Zea home y peace pallets.

Stalk it (Fig. 00), especializado en tablas se ha enfocado en el mundo del surf, el esquí y el snowboard, aplicando la misma tecnología CornBoard integrada a cada tabla.

Zea home (Fig. 00), es una línea de muebles para interior y exterior creados con el mismo material de CornBoard, cuyos diseños permiten armar muebles sin necesidad de elementos de unión.

Peace pallets (Fig. 00), igualmente fabricado con CornBoard, es un reemplazo a los pallets de madera.

Koko board ltd

Kokoboard es una empresa social de origen tailandés, que produce (Fig. 00) tableros a partir de los desechos agrícolas. Nace al darse cuenta de que los productores de arroz, y otros alimentos en Tailandia y en el mundo juegan un papel super importante, y merecen una mejor calidad de vida, y mejores ingresos, a través de darle valor a los residuos agroindustriales.



Fig.56 Tablas de surf de la marca Stalk it.



Fig. 57 Aglomerados de CornBoard.

Uno de los principales materiales es la paja de arroz, que se utiliza como fertilizante natural, sin embargo, por tiempos y cantidades optan por fertilizantes industriales. Estas pajas duran hasta 3 meses en descomponerse por lo que implican un esfuerzo extra para su manejo.

Entre sus objetivos se encuentra aumentar los ingresos de los agricultores, reducir el CO_2 que se genera por la quema de este tipo de residuos, salvar árboles y mantener los bosques verdes y con ello contribuir a un mundo más sostenible. Trabajan por desarrollar conocimientos y herramientas que le den valor a este tipo de residuos.

La empresa se enfoca en crear placas o tableros a partir de los residuos agroindustriales (Fig. 00) como son las cáscaras de cacahuete, la paja y cáscara de arroz y el polvo de cacao, las cuales se mezclan con un adhesivo y se prensan en caliente para darle forma.

Su producto principal son los tableros de paja de arroz (Fig. 00) llamado eco-board, que se puede utilizar en interiores, tiene características como ser retardante al fuego, resistente a la humedad y las termitas, además de ofrecer patrones coloridos únicos. Las medidas de sus paneles comerciales son 1.22*1.22 m con espesores desde 4,6,8,10,12 y 15 mm en los paneles a partir de paja y cáscara de arroz, de 10,12,15 y 20 mm en los de cáscara de cacahuete y de polvo de coco.

Fig.58 Proceso de producción de los tableros de Kaka board ltd.

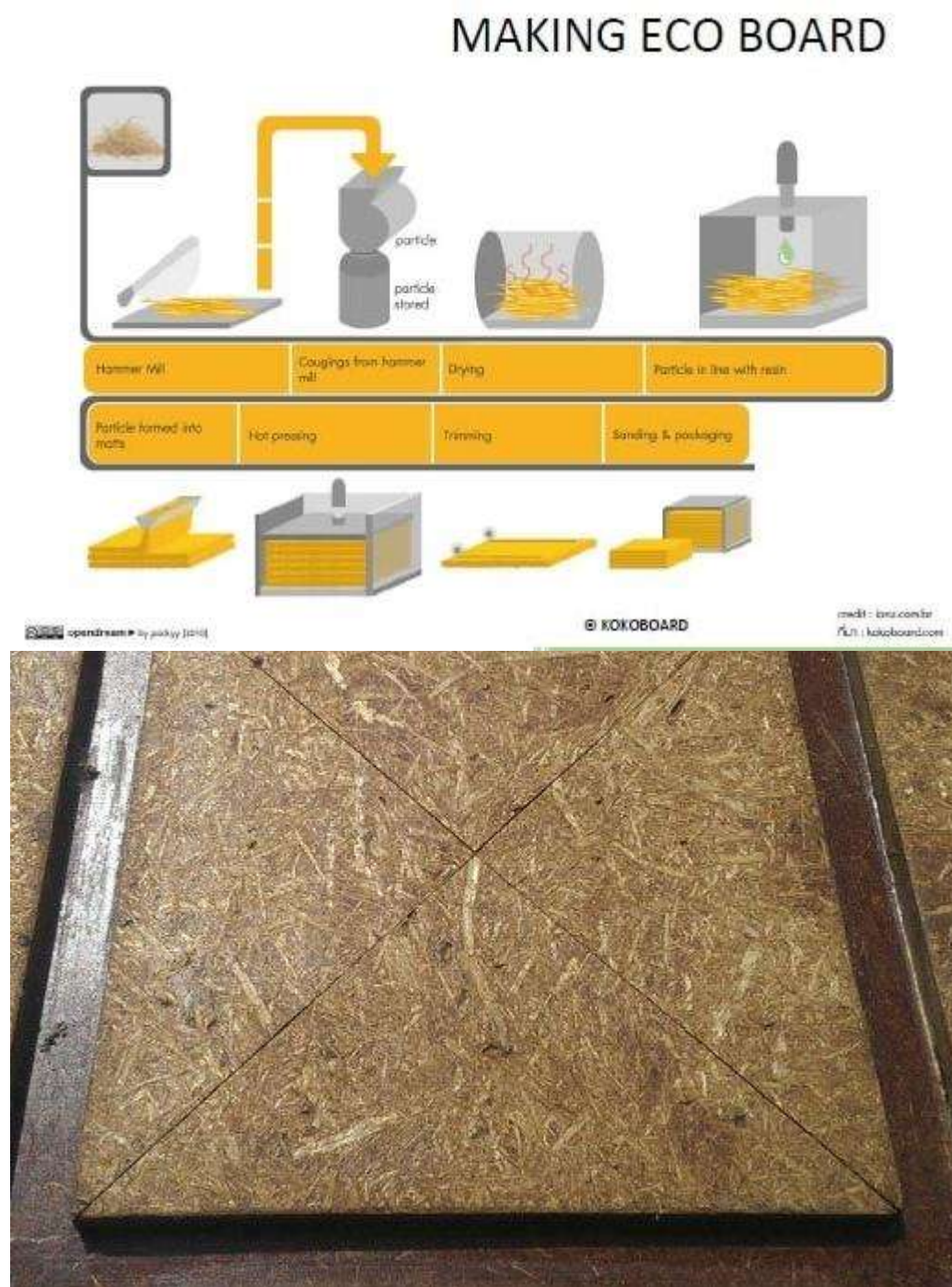


Fig.59 Aglomerado de paja de arroz Kaka board ltd.



Miyuca

Es un estudio que se fundó en 2015, por la diseñadora italiana Jasmin Castagnaro (Fig. 00), y que se encuentra en Bresanona al norte de Italia. El estudio se enfoca en diseñar y crear productos desde el ámbito artesanal, su materia orgánica principal son las hojas que caen en otoño en los bosques donde se encuentra el estudio, los productos son llamados LAAB que literalmente significa "hojas" en el idioma tirolés del sur.

Millones de hojas caen al suelo cada otoño y son constantemente arrojadas lejos en nuestras ciudades. Sin embargo, este no es el final, sino el comienzo de una nueva vida. (Miyuca d. Castagnaro Jasmin, 2022).

El material (Fig. 00) que la diseñadora genera, se conforma como ya se mencionó de las hojas secas, con el objetivo de utilizar aquellas materias

primas que normalmente se consideran residuos, además de algunos aditivos naturales y bioresinas, sin embargo, no se especifican cuáles son estos componentes adicionales, al ser estos sus principales elementos, a los productos finales se les considera sostenibles, ya que además durante todo el proceso de creación de los mismos se tiene un enfoque fuerte en la sostenibilidad, su resina de carácter biológico, tiene además una huella de carbono muy por debajo de otras resinas, y su producción artesanal es de muy bajo impacto, evitando el uso de máquinas industriales.

Su filosofía principal va de la química verde, pues su proceso se resume en el uso de materias primas sostenibles y la producción es a través de energía de fabricación eficiente, minimizando la generación de subproductos de carácter nocivo, y también la emisión de gases de efecto invernadero. Con la finalidad de reducir también el uso de plásticos, los elementos adicionales de sus productos, como es el caso del rosetón y las abrazaderas de los cables son fabricados con materiales como telas o metales, y únicamente se utiliza cartón o papel para el embalaje de los productos, la diseñadora tiene el fin de no utilizar plástico en ninguna etapa del proceso.

El proceso de fabricación de las lámparas que se muestra en la página es bastante sencillo (Fig. 00), inicia justo después que las hojas caen al suelo de manera natural, las mismas son recolectadas para posterior ser clasificadas, ya sea por color o tipo, pasan después a ser pulverizadas y se mezclan con los aditivos y resinas naturales, inmediatamente después la mezcla es vaciada en moldes de madera donde el material es compactado bajo presión, posterior al tiempo de secado se desmolda la pieza, se lija y se arma con el resto de piezas de la lámpara.

Fig.61 Jasmin Castagnaro fundadora de Miyuca.



Fig.62 Biomaterial de Miyuca.



Según información de la página oficial de Miyuca (2022), LAAB se presenta al mundo como una alternativa a los plásticos convencionales, que va dirigida a todas aquellas personas que además de valorar la estética de las lámparas, también son conscientes a la hora de comprar productos y optan por aquellos de carácter sostenible.

Finalmente, inspirándose en la luz que brilla a través de las hojas secas del otoño, Miyuca a desarrollo una colección de lámparas (Fig. 00), que incluyen un cable textil de 1.5 m de largo, un foco led y un rosetón de acero inoxidable. Además, estas lámparas, cuentan con la certificación ce. Dentro de las recomendaciones que menciona la diseñadora están, el uso exclusivo en interiores y no al sol directo, pues por el desgaste natural del material, aunado al paso del tiempo puede apresurar la pérdida de la intensidad del color, además limpiarlas con paños secos y no utilizar ningún tipo de químicos sobre el material.

Los productos que hago a mano, están inspirados en el medio ambiente y en especial en la naturaleza. La sostenibilidad y la artesanía tradicional juegan el papel más importante. Las pautas de mis proyectos son la pureza y la sencillez. Creo firmemente que estas características conducen a un diseño atemporal. Mi visión como diseñadora es crear productos e imágenes que despierten una emoción en el espectador. LAAB incorpora artesanía, calidad, sostenibilidad y diseño. (Miyuca d. Castagnaro Jasmín, 2022).

Si bien su principal producto son las lámparas, actualmente Jasmín ya está trabajando en nuevos materiales (Fig. 00), como son la sal del mar junto con otros ingredientes como pétalos de flores, malva, etc.



Fig. 53 Proceso de fabricación de las lámparas.

La principal aportación de esta práctica es sin duda, el aprovechamiento de aquellos elementos naturales que se consideran residuos, o que no tienen ningún valor, también se destaca la sencillez del proceso y el molde con el que se fabrican las lámparas, es muy lamentable, pero entendible de alguna manera que finalmente, la parte fuerte de esta práctica, que se considera como aquellos componentes que fungen como aglutinantes no sean descritos a profundidad.



Fig. B4 Productos LAAB de Myrica, lámpara de techo.



Fig. 65 Otros productos de Miyuca.

A manera de conclusión, se debe mencionar que cada postura teórica y cada proyecto que conforman este capítulo, ayudo a dar línea de lo que se busca en la presente investigación, y a delimitar los fines y dirección de la misma, cada uno aporta y fortalece puntos clave de este proyecto. Por tanto, es importante hacer un resumen de las principales aportaciones del mismo y como ayudaron a fundamentar la idea final, la mayoría de ellos son respuesta al desgaste medioambiental del planeta.

La producción

La primera aportación es sin duda como estos proyectos en fase de gestación y todos aquellos ya establecidos contribuyen al *cambio en el paradigma de la producción* que se está formando en la actualidad. Pues como ya se sabe la producción lineal no es viable, pues los recursos con los que contamos son finitos, y la generación de residuos conlleva a una serie de problemas ambientales.

El diseño

Es entonces que se abre una ventana de oportunidad para los diseñadores al *eliminar el concepto de residuo desde el diseño*, pues al entender todo el panorama y todo lo que implica la producción de cualquier producto, es posible modificar y configurar el proceso de tal manera que se minimicen los impactos, se eliminen los residuos y se contribuya a la regeneración del medio ambiente. Uno de los enfoques más relevantes es precisamente aprovechar lo que se considera residuo, para generar nuevas materialidades.

La exploración del territorio

Otra importante contribución fue la de *explorar y reconocer el territorio* pues es la manera idónea de comenzar a trabajar en el ámbito biomaterial, bajo justamente un diseño situado, pues así se identifican las oportunidades materiales del contexto, identificando y *transformando las abundancias naturales en nuevos productos*.

Residuos = Nuevos materiales

Sin duda se podría decir que la mayor contribución a este proyecto es la de *ver a las abundancias como oportunidades materiales* que existen en el territorio, y que justamente en este caso vienen del sector agroindustrial y ambiental, dándole una segunda vida a aquello que se desecha. En este capítulo pudimos ver varios ejemplos donde los subproductos agrícolas son materia prima de nuevos productos a manera de sustituir los aglomerados de madera, y ser nuevas alternativas regenerativas en la gestión de residuos y no solo terminar en vertederos a cielo abierto, *manteniendo estas nuevos productos dentro de una economía circular*.

Los procesos

La idea principal de un nuevo proceso más artesanal y ambientalmente amigable, nace justamente desde el conocimiento y reconocimiento de los procesos de la naturaleza, que dan *ventajas de la creación por medios caseros y propios del diseñador* pues le permite interpretar y proponer procesos a partir de ese conocimiento y poder ejecutarlos son las herramientas que tiene a la mano, sin duda esta oportunidad que se brinda a cada diseñador de interpretar y hacer suyo el proceso contribuye a la generación de nuevos conocimientos.

Democratización del conocimiento

Una característica excepcional es que este tipo de *procesos que pueden ser replicados*, pues la filosofía de la cual surgen precisamente se basa en crear conocimiento y compartirlo con la finalidad de mejorarlo y de que los procesos sean transparentes por el bien común, justamente esta *democratización del conocimiento generado* ayudo a la formulación de esta investigación, pues si bien la información sobre biomateriales es poca cada vez más va aumentando, y gracias a esos laboratorios que comparten este tipo de conocimientos, este que nuevos son generados.

La realidad

En este tipo de proyectos siempre se debe tener los pies sobre la tierra pues se prestan a la fantasía de que serán los grandes proyectos que cambiaran al mundo, y no es que no puedan serlo sino que es un proceso de años de trabajo y perfeccionamiento, y aun, así como también se mencionó en el capítulo no existe algo totalmente sustentable.

En este aspecto la gran enseñanza que nos dieron los casos análogos fue que, si bien un biomaterial tiene potencial viéndolo desde el lado ambiental, también es importante considerar los demás aspectos que fundamentan la sustentabilidad, pues como fue el caso de Chips board, donde su aglomerado, a pesar de ser funcional no era competencia desde la parte económica por lo que no se pudo continuar con uno de sus biomateriales.

Desarrollar este capítulo sin duda fue un elemento clave dentro del proceso de este proyecto, pues precisamente como su título lo indica nos otorgó un entendimiento de lo que implica un biomaterial, bajo que filosofías se sustenta, y como se ha ejecutado e incluido en la realidad humana en la actualidad.

Capítulo 03

Procedimiento

En este punto es necesario definir el método o proceso que se seguirá para la ejecución de este proyecto de investigación, en los capítulos anteriores ya se nos dio las bases para poder desarrollar este apartado y finalmente se eligieron tres metodologías establecidas como base para proponer una metodología experimental por el tipo de investigación realizada. En este capítulo se abordan la metodología experimental ejecutada durante la maestría, el diseño basado en la biodiversidad y finalmente el diseño impulsado por los materiales, a partir de los cuales se propuso la metodología que se empleara en el proyecto.

En el campo del diseño tampoco es correcto proyectar sin método, pensar de forma artística buscando enseguida una idea sin hacer previamente un estudio para documentarse sobre lo que ya se ha hecho en el terreno de lo que se debe proyectar, sin saber con qué materiales construir la cosa y sin precisar bien su función. (b. Munari, 2018, p.16)

Metodología experimental propuesta (MEP)

Retomando las palabras de bruno Murani, este tema de investigación por su naturaleza misma, consta de dos etapas clave, la primera etapa consistió en lo referente a la investigación teórica, presentada anteriormente y que nos dotó de todo el conocimiento y herramientas necesarias para poder pasar a la segunda etapa que se considera la medular del proyecto, aquella donde se trabaja todo lo referente al proceso de experimentación y entendimiento del material.

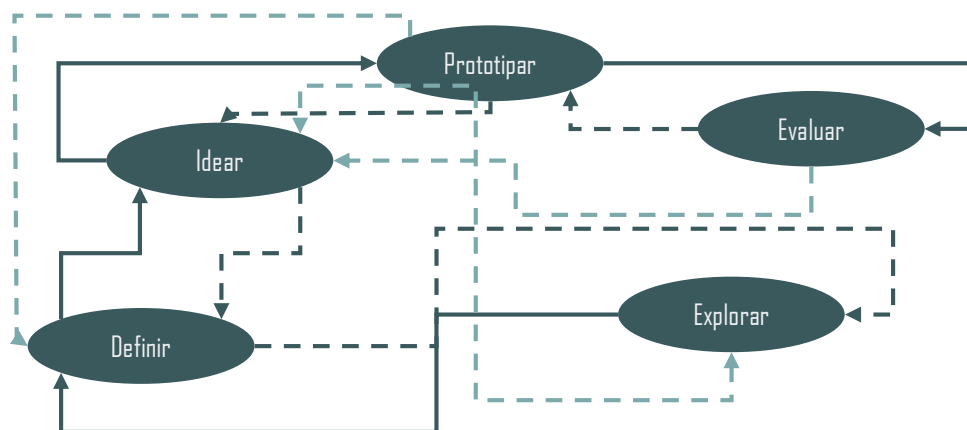
Dentro del esquema general del trabajo, la investigación tiene un carácter cuantitativo, por tanto, debe regirse de un método que

involucra procesos de diseño, por lo que en este punto es necesario traer a colación los conocimientos y experiencia previa que se adquirió durante la maestría, a raíz de los talleres de diseño experimental pues son lo más cercano, y previamente validado, que se tiene en cuanto a procesos prácticos de diseño, además de traer a la mesa las metodologías existentes afines a esta investigación. Los elementos clave dentro del proceso de diseño experimental son, la experimentación, los procesos no lineales, las iteraciones, la materialidad, y la confrontación con la realidad, dicho proceso se representa en el siguiente diagrama. (Fig. 00).

Sin duda la clave en esta investigación es el entendimiento del material, por lo que se revisaron, además, dos metodologías que están directamente enfocadas en dicho objetivo, se inician con la más general que es el diseño basado en la biodiversidad, que desarrolla actualmente el laboratorio de biomateriales de valdivia (LABVA), y una más específica que es Material Driven Design (MDD) desarrollado por Elvin Karana, a partir de los cuales se establece el método utilizado en esta investigación. La replicabilidad de procesos también es un elemento clave que se busca con este proyecto, por lo que un elemento clave es que la materia prima con la que se trabajara sea parte del entorno, por lo que se inicia con lo mostrado en la figura 00.

Los diseñadores y los investigadores en diseño pueden ayudar a los investigadores de materiales a desarrollar atributos de materiales o a encontrar los sectores adecuados para aplicar los nuevos materiales. (Niinimäki et al., 2018, pág. 35).

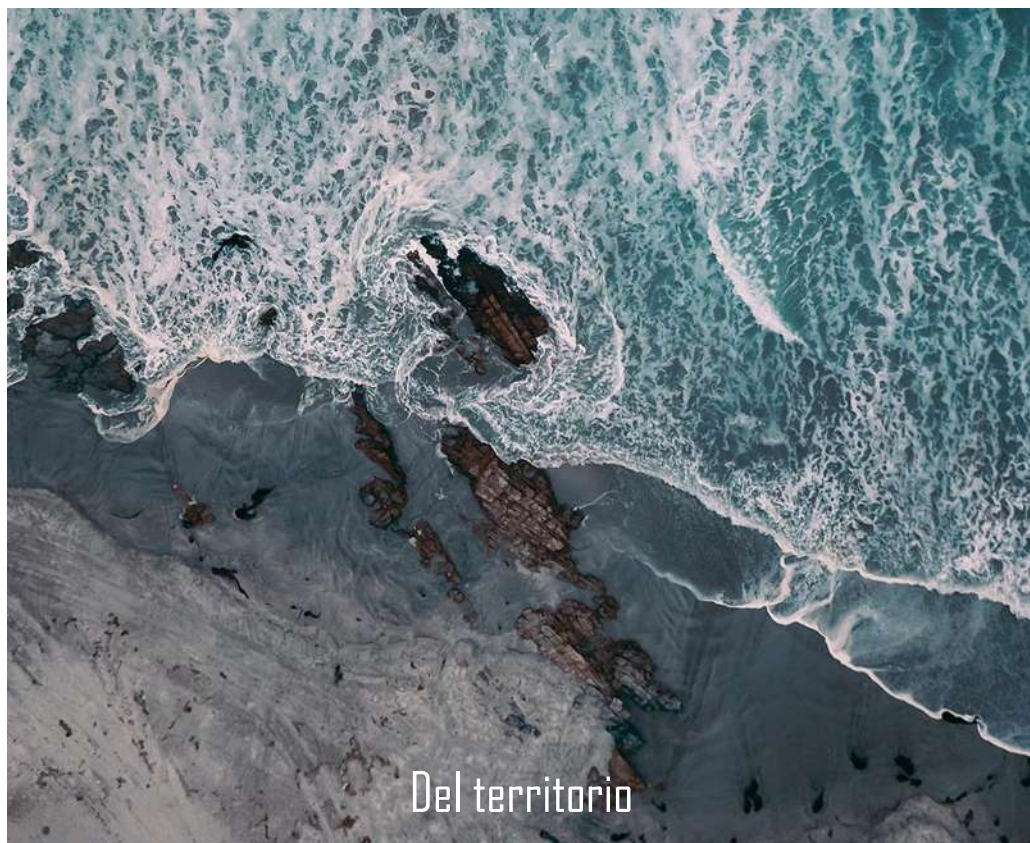
Aunque los científicos tienen otra epistemología y otras tradiciones para sus procesos de investigación sobre qué es algo o cómo algo se llega a producir, en el desarrollo de nuevos materiales también se encuentran con lo desconocido, con comportamientos inesperados de los materiales. Solo podemos hacer predicciones sobre nuevos materiales a partir de las experiencias que tenemos con ellos o con materiales y experiencias similares; por consiguiente, una interacción material y una exploración de los materiales intensas son el camino para crear conocimiento en este contexto. (Niinimäki et al., 2018, pág. 37).



Diseño basado en la biodiversidad (LABVA)

Tiene como finalidad crear una paleta biomaterial de origen, relacionada con la materia prima a partir de la cual se crean materiales. El laboratorio de biomateriales de valdivia (LABVA) es un precursor de este método de diseño, el laboratorio fue fundado en 2018 por maría José Besoain, Alejandro Weiss y valentina aliaga y en él se producen biomateriales a partir de abundancias y desechos de su entorno, dentro de un esquema territorial y transdisciplinar, buscando cuestionar la materialidad que los rodea y el contexto de la misma. Incentivan la exploración, la experimentación y el prototipado de nuevos materiales creando además un impacto positivo hacia el medio ambiente y el empoderamiento social, a través del desarrollo de materiales por técnicas tanto del do it yourself (DIY), cook it yourself (CIY) y grow it yourself (GIY).

Bajo este esquema de trabajo LABVA pudo identificar que la ciudad de valdivia sufre de desabastecimiento constante, ya que la mayoría de sus insumos son importados, por lo que nace la sugerencia de darle un nuevo valor al territorio, por medio de tomar sus abundancias y crear biomateriales con ellas. El planteamiento es conveniente e interesante porque no solo ven la manera de impactar de forma ambiental, sino que buscan concebir una propuesta sustentable integral donde también se toman los otros dos pilares de la sustentabilidad, el ámbito social y el económico. El diseño basado en la biodiversidad asimismo apuntala a la no explotación tanto de los recursos como de las comunidades en las cuales se encuentran, por el contrario, realzan lo artesanal que va de la mano con el entorno natural, aportando con ello en general un cambio en los procesos de producción actuales.



Del territorio

La metodología que LABVA (2022) utiliza dentro de sus programas de residencia llamados villa LABVA, que son planes intensivos de entre 3-5 días dependiendo del interés de cada residente, donde se invita a experimentar de los procesos creativos y metodológicos de su laboratorio, resume a la perfección su proceso de diseño experimental, constituyéndose de tres etapas (Fig. 00):

1 Territorio y colecta

2 Procesamiento de la materia prima

3 Experimentación material y diseño especulativo

Este es el punto de partida que se retoma para la propia metodología experimental propuesta en este proyecto de investigación. Un segundo punto es ahora entender el material logrado con el paso anterior, para lo cual se retoma lo siguiente:

Territorio y colecta.

La primera etapa consiste en explorar el territorio, su finalidad es identificar los recursos naturales disponibles, a lo que le llaman Hotspot de biodiversidad, también aquellos residuos domiciliarios, o de origen industrial. Es con esta exploración que determinan las muestras para la segunda etapa.



Fig.68 Del territorio al material.



Fig. 69 Diagrama de la metodología experimental de LABVA.

Procesamiento de la materia prima.

Aquellas muestras recolectadas se analizan y caracterizan bajo unos protocolos establecidos en LABVA, en ellos se debe dar contexto de cada una de las muestras, cantidades abundantes, ubicación, tipo, condiciones de la muestra, etc.

Experimentación material y diseño especulativo.

Es la etapa creativa, donde se explora con las muestras recolectadas, buscando iniciar con una hipótesis de investigación que guía las exploraciones y con ello definir las variables del material que se busca. Después a través de las exploraciones de prueba y error se llega a un material final, con el cual se inicia una segunda etapa de exploración, donde a partir de la caracterización del material logrado, se determinará y ejecutará una especulación sobre sus posibles usos y aplicaciones.

Material driven design (MDD)

El diseño impulsado por materiales es un método que busca generar experiencias materiales, fue creado por Elvin Karana, valentina Rognoli, Bahar Barati y Anouk Zeeuw van der Laan, un grupo de investigadoras de la universidad tecnológica de Delft, pioneras en el área de la investigación biomaterial, y fundadoras del materials experience lab. La investigación o proceso de diseño a través de los materiales ofrece alternativas a los materiales convencionales, por lo que para este método lo primordial es la experiencia material, es decir, el material no debe solo cumplir con su funcionalidad implícita, sino que debe suscitar experiencias significativas más allá de su utilidad, para lo cual, el mismo debe ser calificado por lo que es, por lo que hace, por lo que expresa y nos expresa, lo que nos suscita y lo que nos incita a crear.

El materials experience lab, está liderado por Karana, quien es además profesora de ingeniería en la misma universidad de Delft, y es un grupo de investigadores con un gusto en común, el diseño de biomateriales. La experiencia material enfatiza este papel de los materiales como si fueran simultáneamente técnicos y experienciales.

Como otras prácticas que tienen el fin de desarrollar biomateriales, este método también promueve el enfoque do

El material es un medio. Comunica ideas, creencias, enfoques; nos obliga a pensar, sentir y actuar de cierta manera; permite y mejora la funcionalidad y la utilidad. (Material Experience Lab, 2022).

it yourself (DIY), es decir, acerca a las personas con el proceso propio de la fabricación de materiales, enfatizando en que existe una relación emocional entre el diseñador y el material, principalmente en su primera etapa, potencializando las cualidades expresivas del material, creando una experiencia en el diseñador de lo tangible a lo abstracto, y luego de lo abstracto a lo tangible, pues para el método no solo es crear nuevos materiales que incidan en corregir errores de diseño de los materiales convencionales, si no, como ya se mencionó, que el material genere por sí mismo experiencias de valor. Las etapas de este método son las siguientes (Fig. 00):

1 Comprender el material: caracterización técnica y experiencial

2 Creación de la visión de experiencia del material

3 Manifestación de patrones de experiencia material

4 Diseño de concepto material o de producto

El proceso inicia con el material o la propuesta de un material y termina con el material desarrollado. Este método rompe con el proceso creativo del diseño convencional, que inicia con la conceptualización, para terminar en la materialización, aquí se inicia con la comprensión del entorno local, el material y los productos a la mano, y solo una vez entendido el ecosistema, se especula en los fines que se pueden crear a partir del mismo. (e. Karana, 2015).

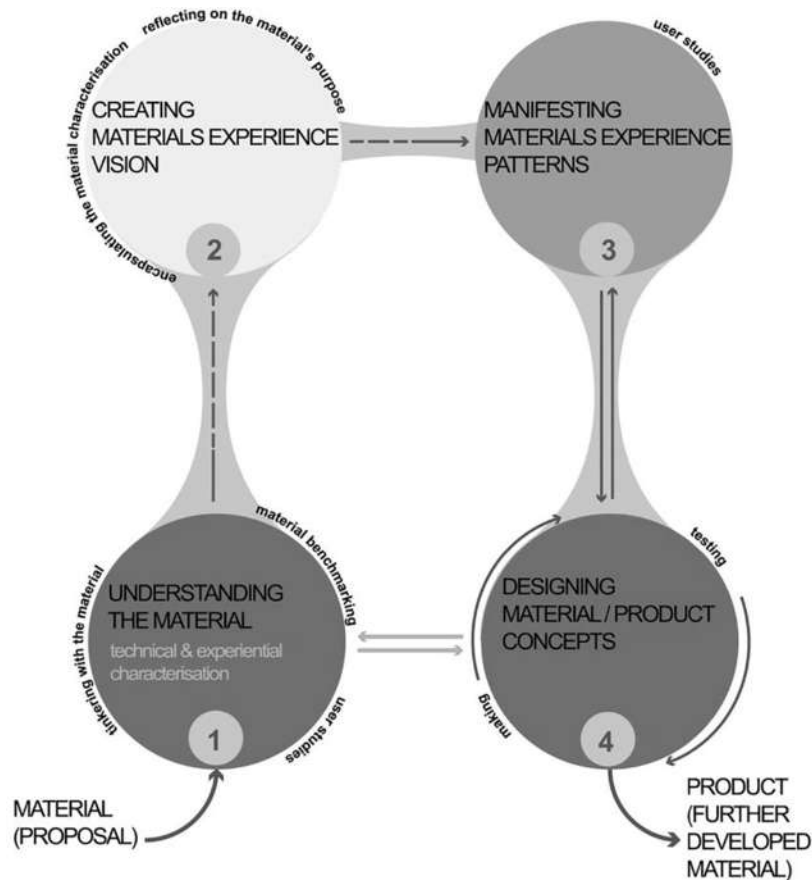


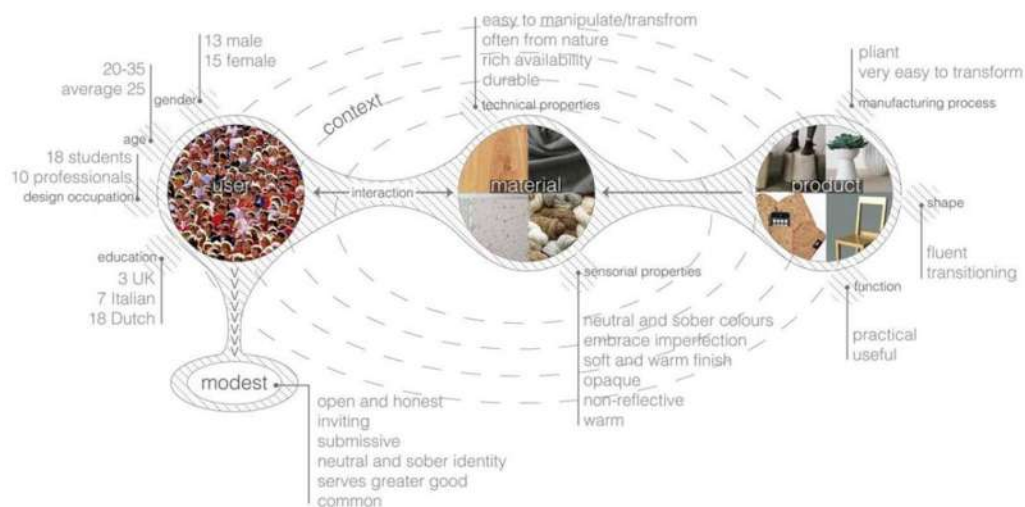
Fig.70 Diagrama del Material Driven Design Method (MDD).

El método ha demostrado su potencial de posibilitar un diseño para la sostenibilidad, a raíz de comenzar a diseñar a partir de los materiales, los cuales guiarán y definirán los resultados, todo derivado de las cualidades propias del material. El diseño para la sostenibilidad guiado por el material abre la puerta a varios recursos que no suelen utilizar los diseñadores habitualmente: recursos que suelen ser abundantes y que actualmente tienen poco valor o se consideran residuos o nuevos recursos creados mediante biotecnología que empiezan a salir de los laboratorios. (m. Bak-Andersen, 2018).

En el Método MDD para Karana y los demás colaboradores (2015) se enfatiza particularmente que un criterio seleccionado debe ser prototipado con la elección del material final y probado no solo bajo condiciones controladas (p. ej., pruebas mecánicas, pruebas de

percepción del usuario, entre otras.) sino también en el campo (p. ej., colocando el concepto dentro de su contexto real, observando las reacciones de las personas, entrevistando a los usuarios finales, entre otros aspectos.). Finalmente, se espera que el diseñador se refiera a la caracterización inicial del material como un recordatorio de dónde comenzó y cuál era su objetivo y fin previsto para el material. La medida del éxito en esta fase está relacionada con la confianza: el material y su idea incorporada deben demostrar todas las cualidades previstas, en cuya etapa hay una 'luz verde' para avanzar al desarrollo esperado y la incorporación en un producto.

Fig.71 Visualización de conjuntos de datos 'modestos' como 'patrones de experiencia de materiales' basados en el Modelo de Significados de los Materiales.



2

Ayuda a los diseñadores a resumir varios hallazgos en un todo cohesivo y guiar sus decisiones a través del proceso de diseño. Primero se espera que el diseñador encapsule y **reflexione** sobre la caracterización general del **material**.

- ¿Cuáles son sus cualidades técnicas/experienciales únicas para ser enfatizado en la aplicación final?
- ¿En qué contextos el material haría una diferencia positiva?
- ¿Cómo interactuaría la gente con el material dentro de un contexto particular?
- ¿Cuál sería la contribución única del material?
- ¿Cómo sería sentido e interpretado (sensorial e interpretativo)?
- ¿Qué generaría en las personas (afectivo)?
- ¿Contribuiría, por ejemplo, a la satisfacción de una necesidad hedónica, p. ej., sentirse relacionado, sentirse estimulado, etc.)?
- ¿Qué haría que la gente hiciera (nivel de desempeño)?
- ¿Cuáles son sus cualidades técnicas/experienciales únicas para ser?
- ¿Cuál sería el papel del material en un contexto más amplio (es decir, sociedad, planeta)?

Jugar con el material, la meta aquí es recabar toda la información acerca del material, sus propiedades mecánicas, de forma, y con ello evaluar comparativamente con otros similares o alternativos, para tener una noción de las posibles áreas de aplicación, las experiencias emergentes y problemas emergentes dentro del diseño, así como también estudios de usuarios para que terceros valoren el material.

A. Caracterización Técnica del Material

A.1. Desarrollado el material, se pueden generar las fichas técnicas con todas sus propiedades, y procesos de fabricación través de plataformas de datos libres.

A.2. No desarrollado el material, se aplica el MDD, es decir se repite el ciclo, que el diseñador juegue con el material cortándolo, doblándolo, quemándolo, rompiéndolo, combinándolo con otros materiales, etc.

B. Caracterización experiencial del material. Reflexionar las cualidades experienciales del material en cuatro niveles sensorial, interpretativo (significados), afectivo (emociones) y performativo (acciones, actuaciones). Después comprender como terceros perciben el material bajo los mismos cuatro niveles.

1

**Material
(Propuesta)**

3

Aquí primero se analiza más la visión y la interacción para **obtener 'significados'** (como femenino, familiar, de alta tecnología, etc., bajo el nivel interpretativo de la experiencia de los materiales), que pueden operacionalizarse más fácilmente en los estudios de usuarios.

Para decidir sobre las cualidades formales de la aplicación y brindar retroalimentación para el desarrollo posterior del material (si es necesario), ahora las preguntas que se deben responder son:

- ¿cuáles son las interrelaciones entre la visión de la experiencia de los materiales creados y las cualidades formales de los materiales y productos?
- ¿Cuáles son las características de un todo situacional cuando se obtiene la visión de la experiencia de los materiales deseados?
- ¿cómo pueden manifestarse los patrones de experiencia de los materiales?

Al final de esta fase, se espera que el diseñador resuma los hallazgos del estudio, use su propia intuición para interpretar los hallazgos y formule las relaciones entre las propiedades formales de los materiales/productos y los significados explorados.

El diseñador integra todos sus hallazgos principales en una **fase de diseño**, pero sin duda se puede tener variables en la metodología y no debe de tener un seguimiento continuo y esto va dependiendo del material y sus características.

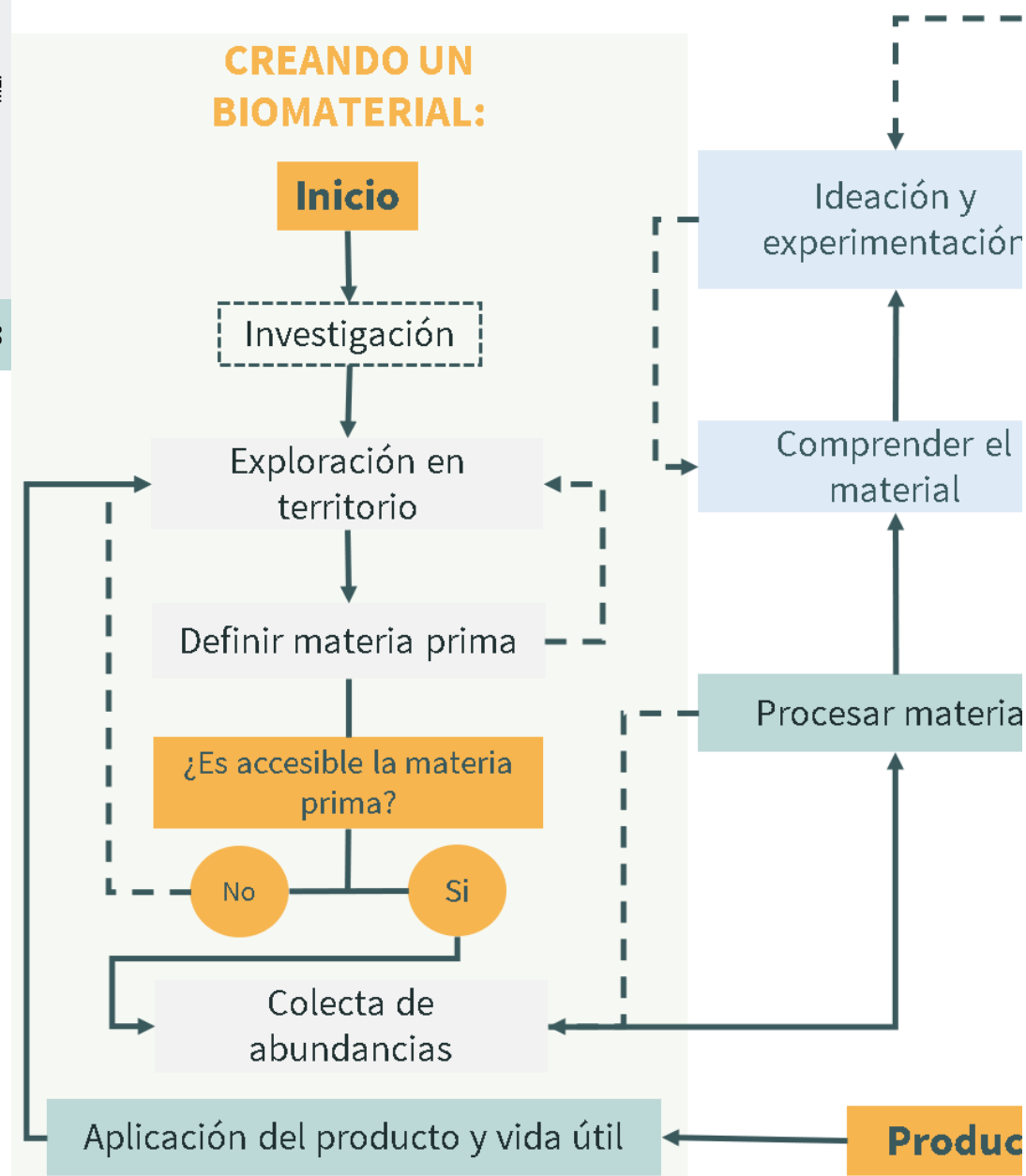
Si al llegar al Paso 4 no se ha contemplado ninguna idea de producto, el diseñador ahora comienza a crear conceptos de materiales incorporando los resultados del Paso 3 y su experiencia al modificar el material obtenido en el Paso 1.

4

Producto
(Material más desarrollado)

Fig. 72 Descripción del MDD.

Finalmente, la metodología experimental propuesta se materializa en el siguiente diagrama (Fig. 00) dirigido en la biofabricación de materiales naturales, a partir de las abundancias identificadas en la localidad de Tacámbaro, que buscaran ser integradas en el sistema del que fueron extraídas y contribuir con ello en la generación de economías circulares.



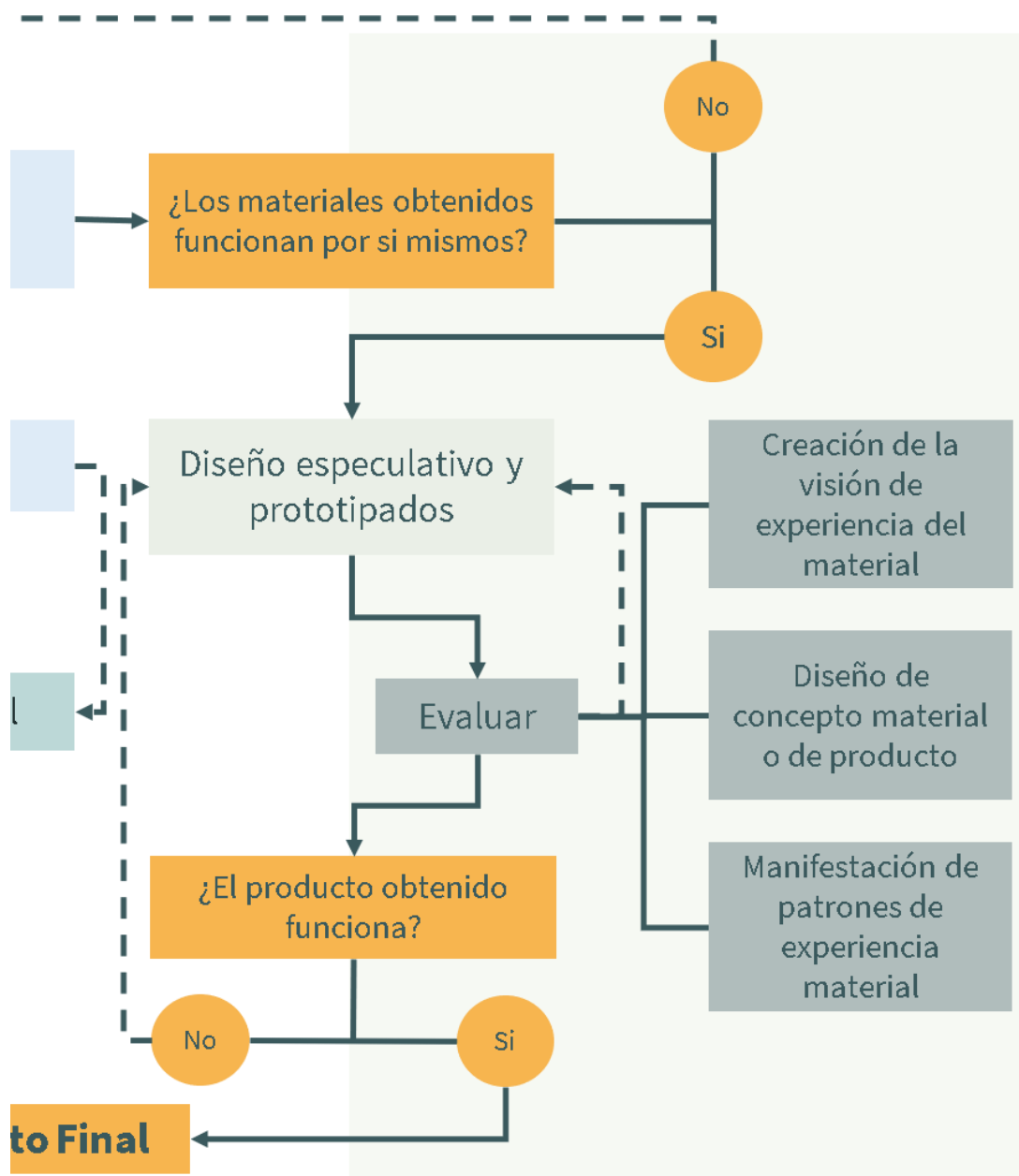


Fig.73 Metodología final del proyecto de investigación.

Capítulo 04

Antecedentes

Antes de entrar de lleno a la etapa experimental es necesario identificar los antecedentes de los cuales partieron las exploraciones. Este capítulo es muy importante pues en él se identifica el territorio, sus abundancias y las características de las mismas a partir del entendimiento de su ciclo de vida. También se mostrará la estructura de una mezcla material y sus características, finalmente la descripción del protocolo de evaluación material, las bases necesarias para poder pasar a la etapa de exploración.

Hay que tener presente que los biomateriales solo tienen sentido asociados a un territorio específico. Por ejemplo, no tiene sentido que yo trabaje con aglomerantes hechos a partir de algas en la cordillera. Esto sería precisamente replicar el modelo del cual estamos buscando diferenciarnos: la homogeneización material, el hecho de que en la industria tradicional se utilice el plástico para todo que además de no ser biodegradable ni siquiera se produce en nuestro territorio. (LABVA, 2020)

Análisis del territorio

Ubicación del territorio

Este apartado es de suma importancia para la investigación, pues es el segundo paso en la metodología propuesta, la exploración en el territorio nos dotará de conocimiento respecto de las abundancias de la zona, lo cual nos permitirá identificar las riquezas naturales que son motores de las abundancias productivas de cada región, y una vez identificadas, continuar con lo que dicta la metodología, lo primero entonces es ubicar el municipio de Tacámbaro (Fig. 00), este se encuentra al centro del estado de Michoacán, puntualmente en las coordenadas $19^{\circ}14'$ de latitud norte y $101^{\circ}28'$ de longitud oeste, a una altura promedio de 1640 msnm.

Tacámbaro cuenta con un clima privilegiado y un bello entorno natural, con huertas de aguacate, su zona boscosa en donde se localiza la alberca que es un pequeño lago, un cráter de volcán apagado, rodeado de pinos y encinos. Tacámbaro significa en purépecha: lugar de palmeras. (secretaría de turismo, 2014)



Fig.75 Ubicación del municipio de Tacámbaro dentro de México.

En sus colindancias limita al norte con santa clara, Huiramba y Acuitzio, al este con madero y Nocupétaro, al sur con Turicato y al oeste con Ario de Rosales. Según datos de INAFED, el municipio tiene una superficie de 788.69 km² y representa 1.33 % del total del estado. Sus principales localidades son:

- Tacámbaro de Codallos, su cabecera municipal, es conocida como el balcón de tierra caliente, y tiene el título de pueblo mágico desde 2012. Su principal actividad agrícola es el cultivo de aguacate.
- Pedernales, a 16 km de la cabecera hacia el sur su principal actividad es el cultivo de caña de azúcar.
- Chupio, a 8 km de la cabecera hacia el sur su principal actividad es el cultivo de caña de azúcar.
- Yoricostio, a 25 km de la cabecera hacia el norte su principal actividad es el cultivo de aguacate.
- San juan de viña, a 20 km de la cabecera hacia el norte su principal actividad es el cultivo de aguacate y la creación de productos de madera.
- Tecario, a 13 km de la cabecera hacia el oeste su principal actividad es el cultivo de aguacate.

Diagnóstico del lugar

Su clima es tropical y templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1,451.6 milímetros y temperaturas que oscilan entre 8.8 a 26. 9º centígrados. Los principales ecosistemas (Fig. 00) con los que cuenta son el bosque mixto con pino, encino y cedro, el bosque tropical deciduo, con parota, cuéramo, ceiba y huisache y el bosque de coníferas, con pino y oyamel.

En el siguiente esquema (Fig. 00), se observa la topografía característica del municipio que, al contar con diversas alturas sobre el nivel del mar, le brinda de variados ecosistemas en zonas relativamente cercanas, lo que lo hace formidable en abundancias naturales y en consecuencia productivas. En él nos podemos percatar que, debido a la topografía, se presentan tres diferentes climas, el templado sub húmedo, el templado semi cálido sub húmedo y el cálido sub húmedo, por lo que es posible encontrar desde bosques hasta pastizales. El objetivo del esquema es mostrar las diferentes alturas del municipio, con ello los climas que se generan y principalmente las abundancias presentes en el ecosistema y su relación.

Fig.76 Mapa del clima del municipio de Tacámbaro.

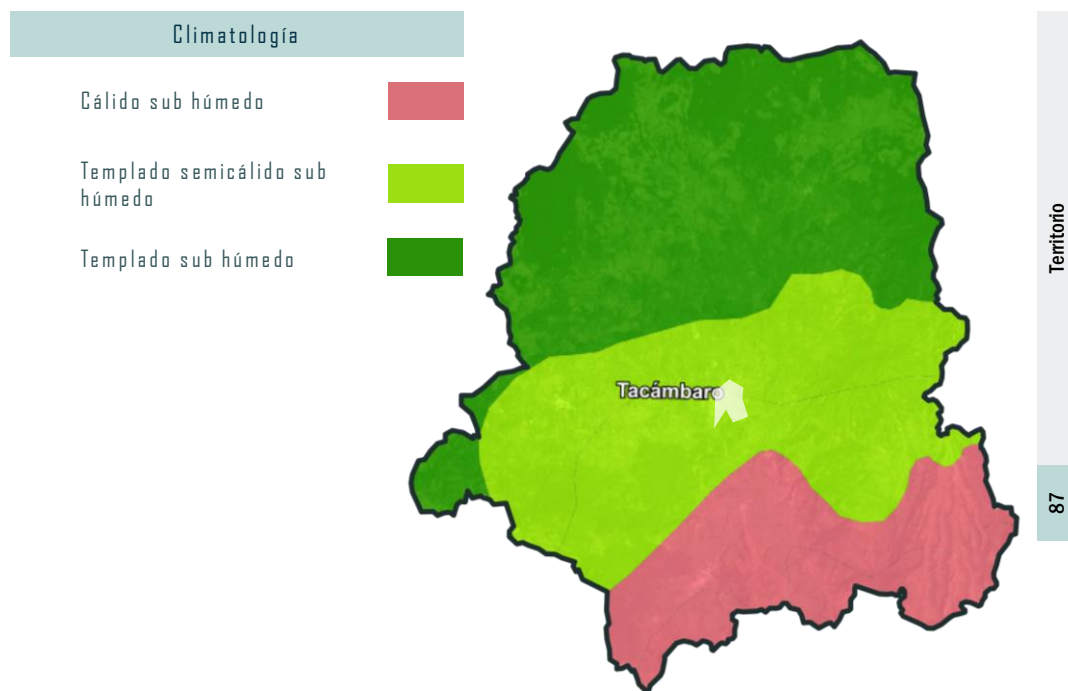
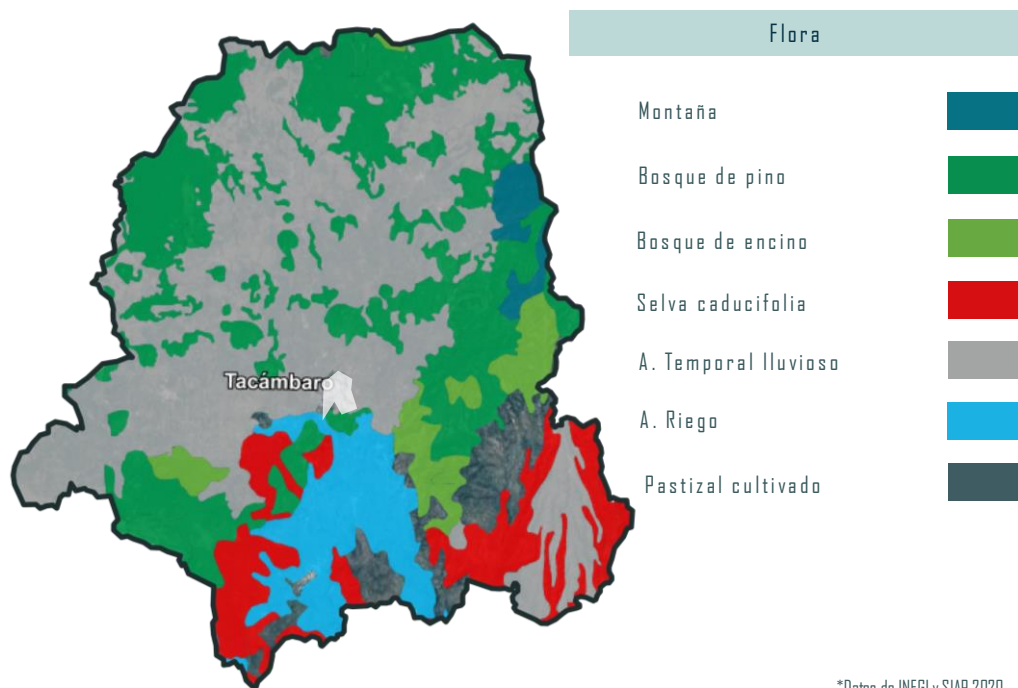
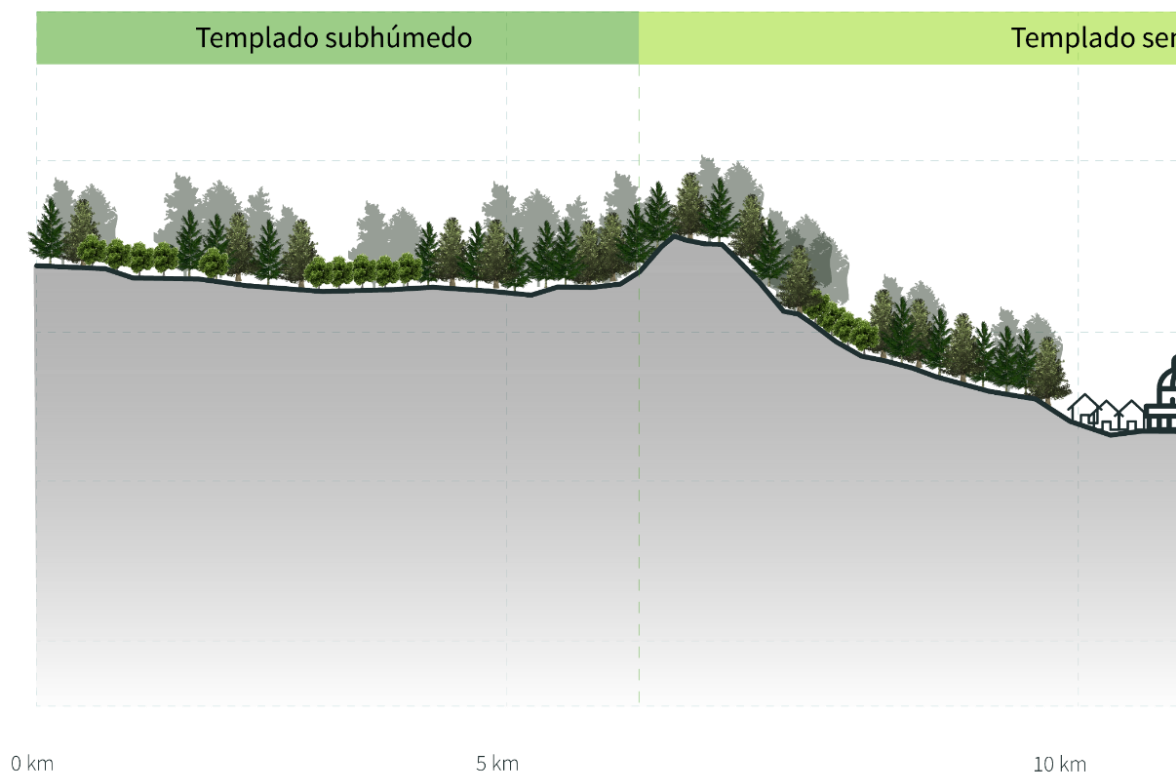
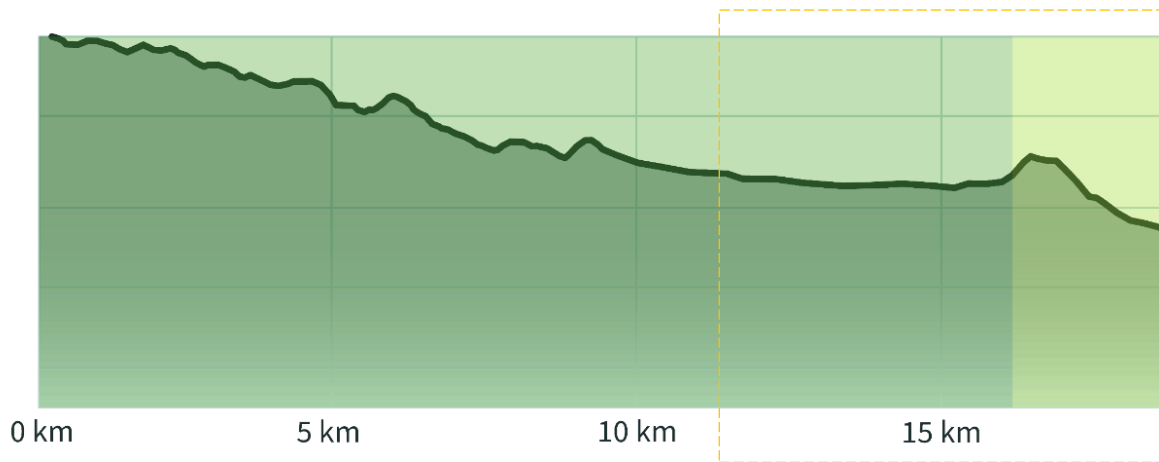
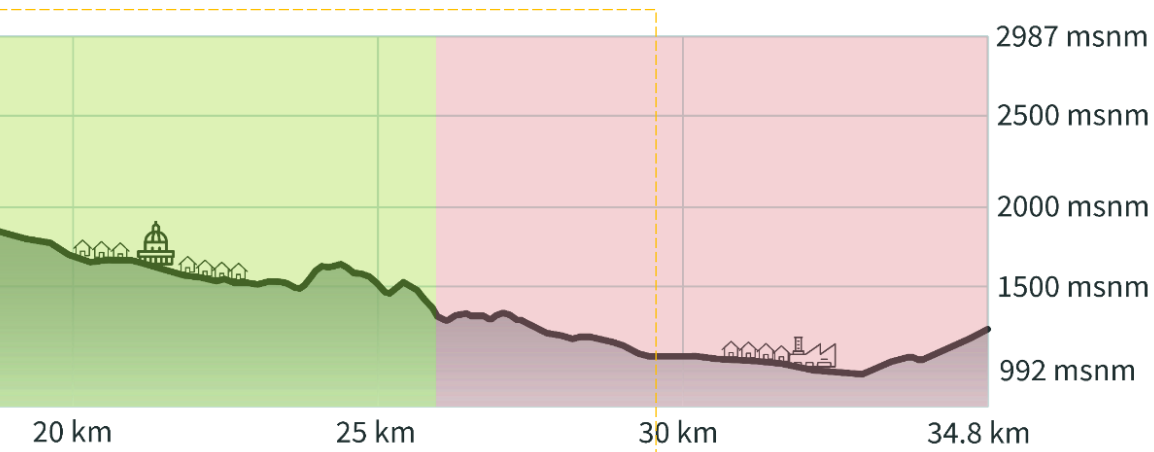


Fig.77 Mapa de la flora del municipio de Tacámbaro.



*Datos de INEGI y SIAP 2020





Territorio

89

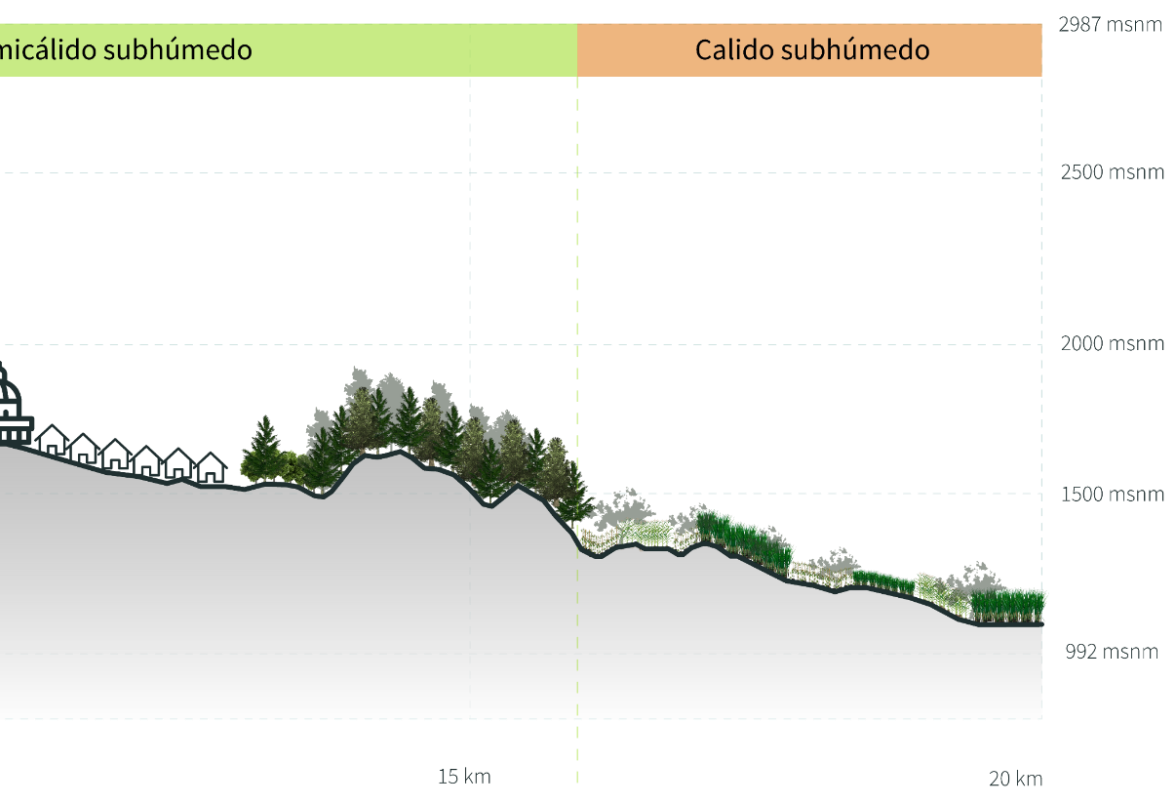


Fig. 78 Topografía longitudinal del municipio de Tacámbaro con abundancias.

En sus colindancias limita al norte con santa clara, Huiramba y Acuitzio, al este con madero y Nocupétaro, al sur con Turicato y al oeste con Ario de Rosales. Según datos de INAFED, el municipio tiene una superficie de 788.69 km² y representa 1.33 % del total del estado. Sus principales localidades son:

- Tacámbaro de Codallos, su cabecera municipal, es conocida como el balcón de tierra caliente, y tiene el título de pueblo mágico desde 2012. Su principal actividad agrícola es el cultivo de aguacate.
- Pedernales, a 16 km de la cabecera hacia el sur su principal actividad es el cultivo de caña de azúcar.
- Chupio, a 8 km de la cabecera hacia el sur su principal actividad es el cultivo de caña de azúcar.
- Yoricostio, a 25 km de la cabecera hacia el norte su principal actividad es el cultivo de aguacate.
- San juan de viña, a 20 km de la cabecera hacia el norte su principal actividad es el cultivo de aguacate y la creación de productos de madera.
- Tecario, a 13 km de la cabecera hacia el oeste su principal actividad es el cultivo de aguacate.

Diagnóstico del lugar

Su clima es tropical y templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1,451.6 milímetros y temperaturas que oscilan entre 8.8 a 26. 9º centígrados. Los principales ecosistemas (Fig. 00) con los que cuenta son el bosque mixto con pino, encino y cedro, el bosque tropical deciduo, con parota, cuéramo, ceiba y huisache y el bosque de coníferas, con pino y oyamel.

En el siguiente esquema (Fig. 00), se observa la topografía característica del municipio que, al contar con diversas alturas sobre el nivel del mar, le brinda de variados ecosistemas en zonas relativamente cercanas, lo que lo hace formidable en abundancias naturales y en consecuencia productivas. En él nos podemos percatar que, debido a la topografía, se presentan tres diferentes climas, el templado sub húmedo, el templado semi cálido sub húmedo y el cálido sub húmedo, por lo que es posible encontrar desde bosques hasta pastizales. El objetivo del esquema es mostrar las diferentes alturas del municipio, con ello los climas que se generan y principalmente las abundancias presentes en el ecosistema y su relación.

Identificación de abundancias

A partir de lo anterior, podemos identificar las principales abundancias del territorio, y estas se pueden dividir en naturales y productivas y esta segunda a la vez puede ser agroindustrial o urbana. En el clima cálido sub húmedo, coincide con la presencia de la caña de azúcar, pues las condiciones climatológicas son las idóneas para su producción. En el clima templado sub húmedo hasta los límites con el cálido sub húmedo podemos encontrar los bosques de pino y encino, así como la presencia de las huertas de aguacate, este último está siendo culpable de un problema tangente que va de deforestación de los bosques del municipio.

Abundancias productivas

De acuerdo con datos del SIAP (2020) sobre estadística en cuanto a producción agrícola del municipio, se clasifica en dos tipos, por la superficie sembrada que ocupan o por producción agrícola que generan (Fig. 00), de los cuales las dos abundancias principales son la caña de azúcar y el aguacate. Se hizo un análisis de las cantidades generadas en Tacámbaro por cada tipo de abundancia productiva.

Por superficie sembrada:

- 1 Aguacate (9 879 has.)
- 2 Caña de azúcar (2 556 has.)
- 3 Maíz (2 326.7 has.)

Por volumen de producción:

- 1 Caña de azúcar (235, 152 ton.)
- 2 Aguacate (106, 024.86 ton.)
- 3 Zarcamora (20, 190.54 ton.)

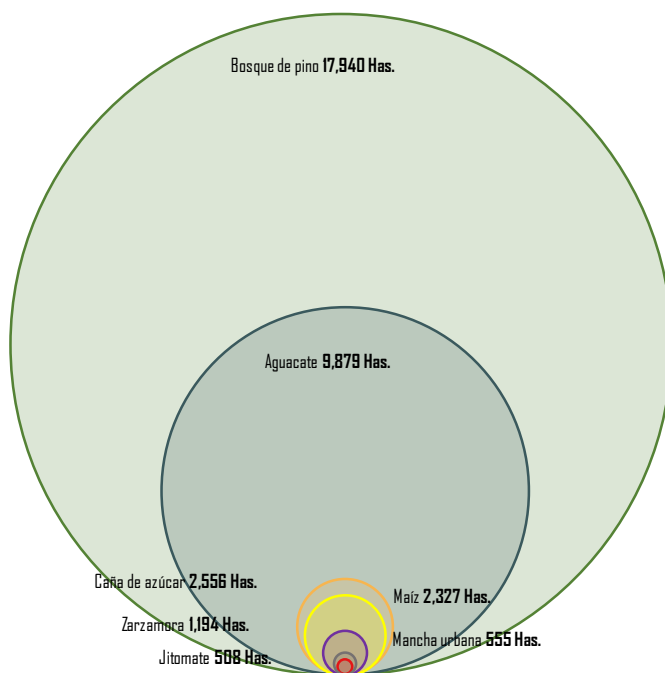


Fig. 79 Diagrama abundancias productivas por superficie del municipio.

Según la agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios (2018) las descripciones de estas abundancias productivas son las siguientes:

Aguacate. Es el fruto de un árbol frondoso de hoja perenne, que se llama aguacatero. Michoacán concentra 84.9 % del volumen de producción de aguacate en México, ya que produce más de un millón de toneladas.

Caña de azúcar. Es el cultivo agrícola más importante del planeta. Y en nuestro país es una importante fuente de ingreso desde la época Colonial. La producción de caña en el país se divide de la siguiente manera, total nacional: más de 56 millones 300 mil toneladas, de las cuales se destinan poco más de 6 millones a la producción de azúcar.

Maíz. La Producción de maíz en 2017 fue de 27.8 millones de toneladas, mientras que la superficie Sembrada en el mismo año fue de 7.5 millones de hectáreas, gran parte del territorio nacional es propicio para la producción por lo que en los 32 Estados de la República Mexicana se produce Maíz Grano. Michoacán representa el 7 % de la producción del país.

Zarzamora. La zarzamora es una pequeña fruta que forma parte de las berries o frutillas. Con una producción de 215 mil 923 toneladas, México se ubica como el principal productor de zarzamora a nivel mundial. Se cultiva en 12 estados del país, pero es Michoacán su principal productor con el 97% del total de la producción de esta frutilla.

Abundancias naturales

La principal abundancia que se puede identificar a la vista al explorar el territorio son los bosques, ahora bien, según datos del INEGI (2020) las principales abundancias son los bosques de pino y encino.

Abundancias naturales:

- 1 Bosque de pino
- 2 Bosque de encino
- 3 Pastizal y selva caducifolia

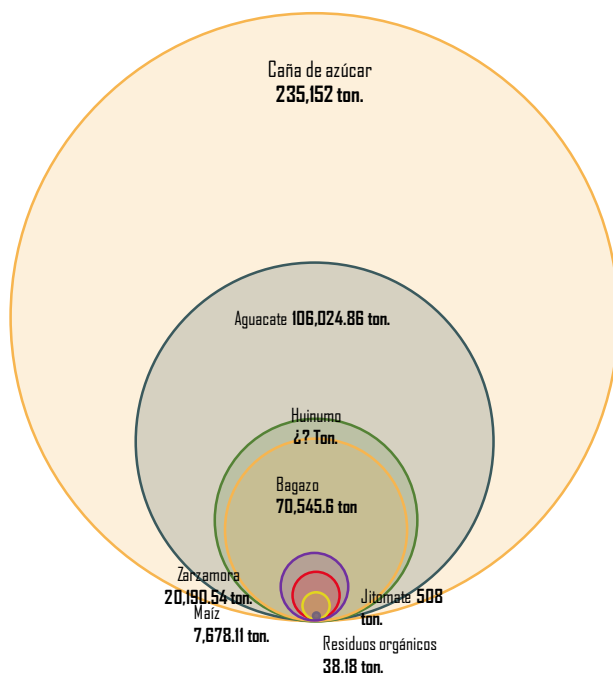


Fig. 30 Diagrama abundancias productivas por volumen de producción del municipio.

Fig.81 Abundancias productivas del municipio de Tacámbaro.



Fig.82 Abundancias naturales bosque de pino y encino del municipio de Tacámbaro.



Según la CONABIO (2020) las descripciones de estas abundancias naturales son las siguientes:

Bosque de pino. Este tipo de vegetación se caracteriza por presentar de dos a tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. El estrato más importante es el arbóreo, que presenta alturas características entre 15 y 25 m. Sus especies dominantes pertenecen a los géneros *pinus* y *quercus*. Las copas de los árboles cubren entre el 80 % y el 100 % de la superficie.

Bosque de encino. Se caracteriza por presentar de dos a tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. El estrato más importante es el arbóreo, que presenta alturas de 6 a 8 m. Sus especies dominantes pertenecen al género *quercus*. Las copas de los árboles cubren el 70 % de la superficie.

Pastizal. Se caracteriza por presentar una altura de 10 a 15 cm, un solo estrato herbáceo con una cobertura del suelo del 100 % y una disposición horizontal cerrada. Las especies dominantes pertenecen a las familias *poaceae*, *asteraceae* y *cyperaceae*.

Selva baja caducifolia. Se caracteriza por presentar tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo; el estrato más importante es el arbóreo, con una altura de 3 m. Las especies dominantes pertenecen a los géneros *bursera*, *pithecellobium*, *lysiloma* y *lonchocarpus*. Las copas de los árboles cubren el 80 % de la superficie.

Selección de abundancias

La primera abundancia elegida al inicio del proyecto, fue el residuo de la zarzamora, se identificó dentro de la comunidad un aumento considerable de la producción de esta fruta y con ello la generación del residuo. Esta abundancia se dejó de lado porque a mediados del año 2021, tomo un valor comercial y comenzó a ser comprada a los productores llegando incluso a valer más que la fruta en sí misma, al consultar con algunos de ellos nos confirmaron que la fruta de proceso como es llamada, la compraban para la producción de mermeladas y productos similares. Finalmente, las abundancias seleccionadas fueron las principales identificadas en el punto anterior, de los bosques de pino, se identificó la *hoja de pino seco o acícula*, comúnmente llamada huinumo. Y del lado productivo de la caña de azúcar se identificó el *bagazo de caña*.



Fig. 3.3 Origen de las abundancias elegidas para la experimentación. Elaboración propia.

Pino Michoacano

Familia: Pinaceae Spreng. ex Rudolphi

Lugar de origen: México.

Características generales:

Altura: 20 a 30 m.

Tronco: 80 a 100 cm.

Copa: 10 a 15 m.

Hojas: En fascículos largos de 5 acículas, de 20 a 40 cm. de longitud, de color verde brillante.

Flores: Por tratarse de una gimnosperma, en lugar de una flor presenta pequeñas escamas llamadas brácteas que protegen los gametos y facilitan la polinización.

Fruto: Es un cono largo y curvo de 15 a 35 cm. de longitud por 8 a 15 cm. de diámetro al abrir; puede presentarse solitario o en verticilos de dos a cuatro; posee un pedúnculo grueso y corto.

Información adicional: Florece de diciembre a febrero. Tiene preferencia por los suelos profundos y ácidos. No soporta el riego abundante, pero sí las heladas. Este árbol forma parte de los bosques de coníferas. Las cualidades propias de estas hojas les permite tener una duración de hasta siete años, motivo por el que la copa se va renovando en etapas, y no cada año, como ocurre con buena parte de las especies.

Dentro del municipio, un 22.8 % de la superficie es ocupada por bosques es decir 17,940 Has de bosques.

Las abundancias que podemos identificar como oportunidades materiales son:

- Hoja de pino (Huinumo)
- Resina
- Piña de pino

Para el presente la abundancia elegida del pino fueron sus hojas, ya que al caer del árbol cierran su ciclo de vida, y terminan como un nutriente más en el suelo.

Usos del huinumo

Su principal uso es en la fabricación de artesanías, también se puede utilizar en la creación de adobes. Sus fibras tienen propiedades para absorber el ruido, por su porosidad y su baja densidad, por lo que podemos encontrar proyectos de diseño sustentable donde este es utilizado como materia prima principal.

También es un fuerte combustible forestal, parte importante de los incendios forestales, que se dan por el triángulo de fuego, conformado por calor, combustibles y oxígeno.

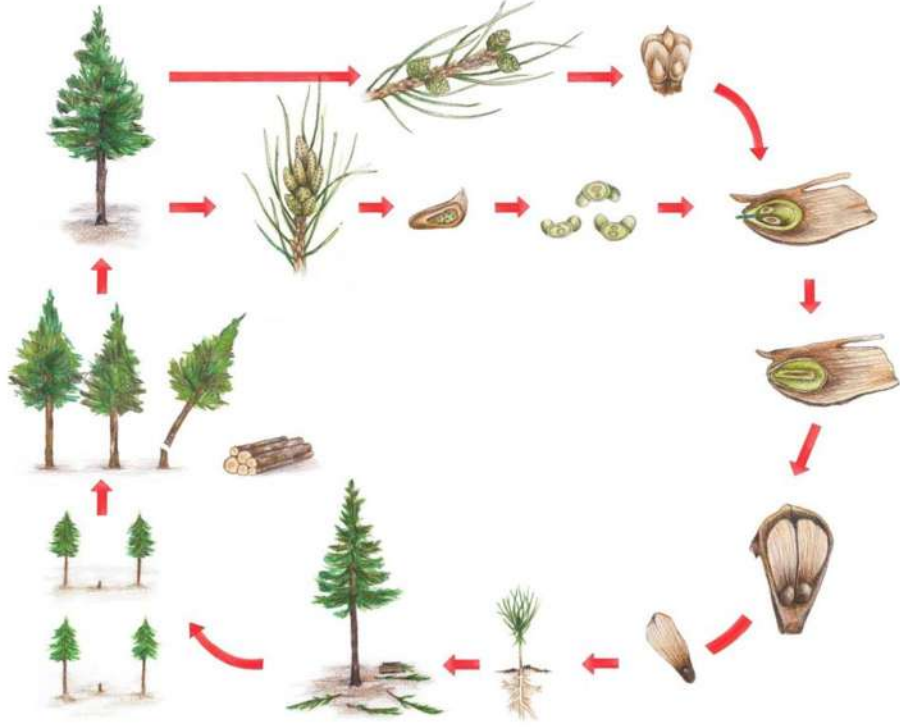


Fig. 00 Ciclo de vida del pino. Fuente: https://www.researchgate.net/profile/Eugenia-Iturnitxa/publication/320826943_life_cycle_of_Pinus/links/59b6950aca272347a1ffc66/life-cycle-of-Pinus.pdf

Caña de azúcar

Su nombre científico es *Saccharum officinarum*. Son plantas cespitosas con tallos de hasta 5-6 m × 2-5 cm, con numerosos entrenudos alargados vegetativamente.

En la comunidad existen 2,556 Has de superficie sembrada o para siembra de caña.

Abundancias que otorga:

- Bagazo de caña.

El bagazo es el residuo de materia que queda luego de que a la caña de azúcar se le extrae el jugo azucarado.

Visita el ingenio pedernales. Se solicitó una visita a la fábrica de azúcar que se encuentra en la localidad, la cual fue concedida y se otorgó un recorrido por sus instalaciones explicando cada parte del proceso de la caña de azúcar en su transformación. Entre los datos importantes que se obtuvieron:

La zafra se da de diciembre a mayo de cada año.

En 2021-22 se recibieron 269,000 ton de caña de azúcar. (3 diarias)

Se generó aproximadamente 188,300 ton de bagazo. De una caña de azúcar el 70 % es fibra o bagazo. Se generaron en promedio 221 ton diarias, lo equivalente a 296 camiones de 14 m³.

Del bagazo generado una parte se utiliza para generar energía eléctrica por medio de calderas que ayudan a abastecer un 70 % de la energía que requiere la fábrica, el resto es suministrado por CFE. También puede ser utilizado como:

- Se vende para alimento de ganado (10%)
- Lo utilizan para abonos

Dentro de las instalaciones del ingenio no se cuenta con un área de resguardo del bagazo, este se mantiene a cielo abierto, formando grandes montañas de este material.

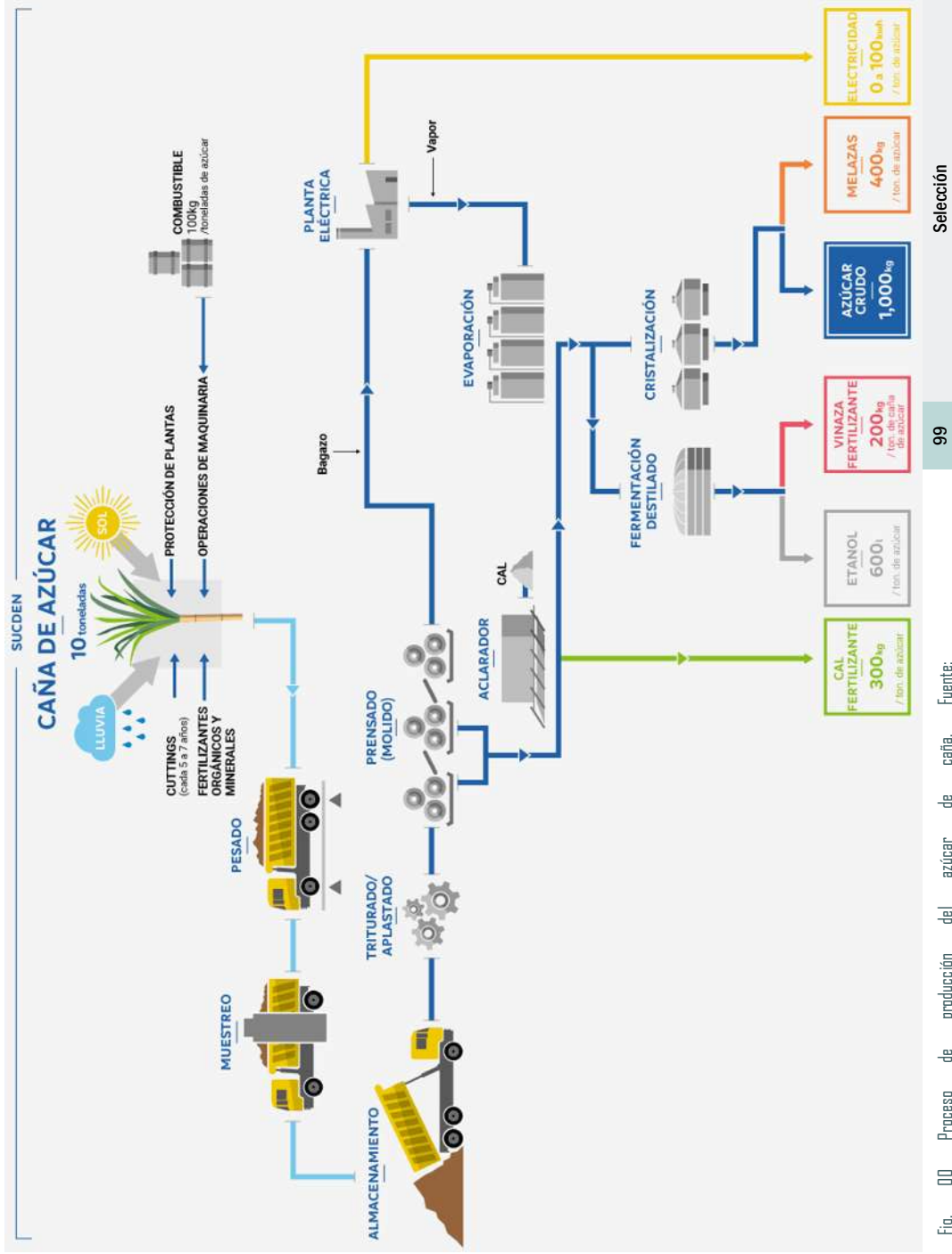


Fig. 00 Proceso de producción del azúcar de caña.
<https://www.sucden.com/es/products-and-services/sugar/process-flowcharts/>

Fuente:

Comprensión de la mezcla

Antes de entrar de lleno en la etapa de exploraciones es sumamente importante comprender en que consiste una mezcla biomaterial según la filosofía CIV. Para poder crear un biomaterial (Fig. 00) se requieren indispensablemente de un aglutinante, un medio para la mezcla, un medio ácido, un plastificante, el agregado y una técnica de manipulación para darle forma, como bien lo menciona el estudio de biomateriales del taller de Juan Carlos Jeldes (2020).

Medio de la mezcla. (Solvente/agua). Es el medio por el cual se disolverán y mezclarán los demás componentes.

Aglutinante. (Biopolímero). Es un material que tiene la capacidad de adherir componentes de una mezcla y que le otorga soporte estructural. Puede ser de origen animal como la grenetina, o vegetal como el agar agar, alginatos, almidones, etc.:

1 Agar agar. Es un polisacárido que se extrae de las paredes celulares de las algas rojas, ayuda a espesar, preservar, clarificar y aglomerar la mezcla.

2 Alginato. Es un polisacárido presente en las células de las algas pardas, forma un hidrogel al contacto con el calcio.

3 Grenetina. Es un polímero compuesto de aminoácidos, que se obtiene a partir del colágeno extraído de la piel, huesos etc., de animales, así como de ciertas algas. La grenetina se presenta en forma de polvo o láminas traslúcidas. Para utilizarla, se hidrata en agua fría y luego se disuelve en agua hirviendo o se funde al baño maría o en el horno de microondas (sola o en el líquido en la receta), antes de incorporarla. (Larousse cocina, 2020).

4 Almidón. Es extraído de tubérculos como las papas, granos de maíz, trigo, con estructura similar a la celulosa está formado por unidades repetidas glucosa.

5 Quitina. Es un carbohidrato que se encuentra en las paredes de los hongos, en los exoesqueletos de artrópodos y algunos órganos de animales. Otorga rigidez, espesor, estabilidad y resistencia a los materiales.

6 Pectina. Es un polisacárido de ácido poligalacturónico, es un componente que encuentra en la pared celular de frutas y verduras, tiene la propiedad de espesar, gelificar y estabilizar alimentos y bebidas. Es soluble en agua, con el calor, se desprende de las paredes celulares y se disuelve en las moléculas de agua. En ese momento no se puede volver a unir, ya que las moléculas de pectina se repelen. (república, 2009).

7 Resina. Sustancia sólida o de consistencia pastosa (Fig. 00), insoluble en el agua, soluble en el alcohol y en los aceites esenciales, y capaz de arder en contacto con el aire, obtenida naturalmente como producto que fluye de varias plantas. (RAE, 2022)

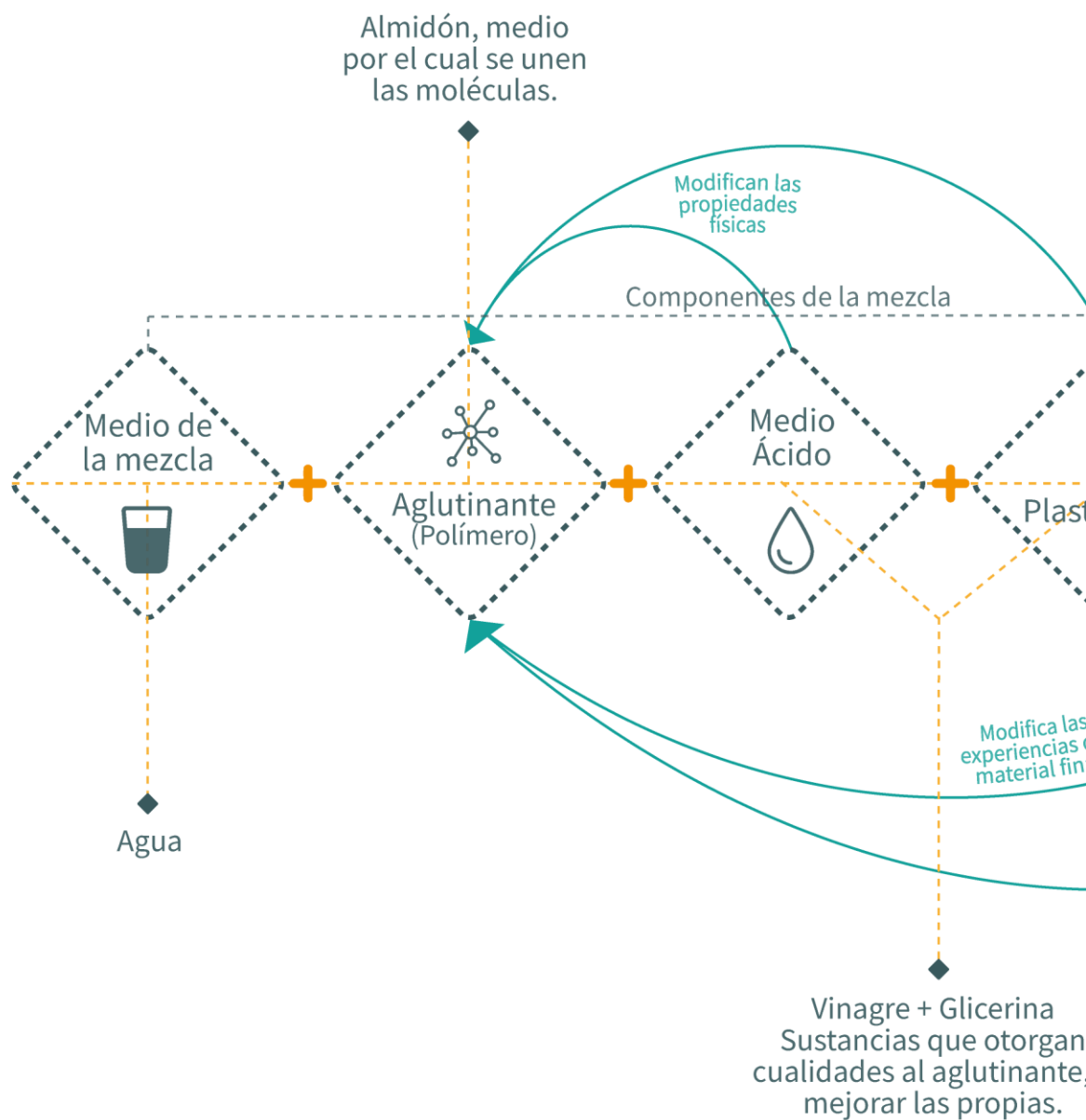
Medio ácido. (Conservante). Tiene la tarea de evitar la contaminación de la mezcla. Puede ser artificial como el propionato o naturales como el vinagre blanco o el clavo de olor, estos evitan que el material se contamine.

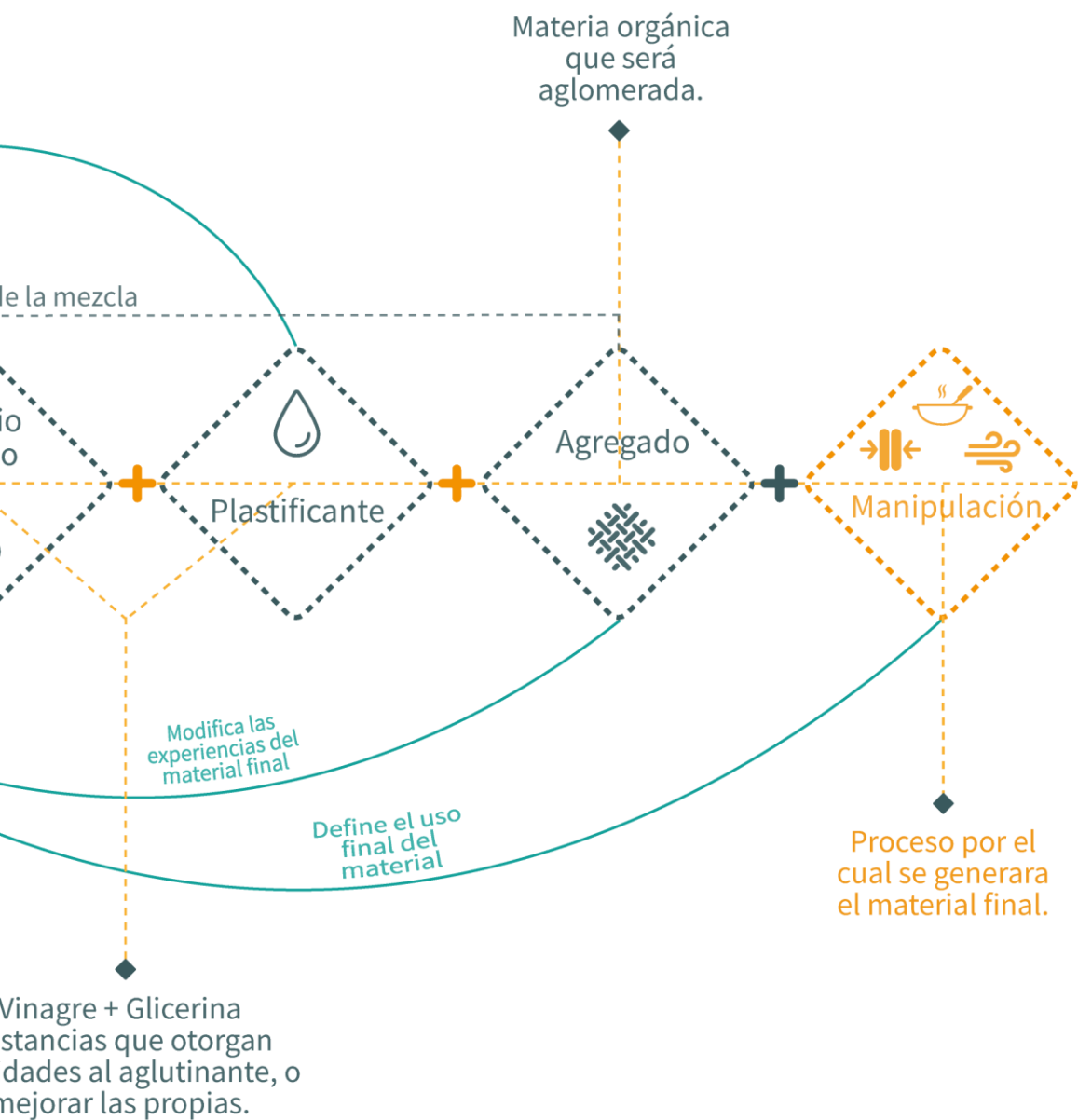
Plastificante. (Glicerina). Es el componente que otorga al material las características de flexibilidad según el % del mismo, este encapsula las moléculas del agua, evitando que se seque.

Fig. 00 Materiales utilizados en las exploraciones. Fuente: propia.



Fig. 00 Utensilios requeridos para la producción biomaterial. Fuente: propia.





Protocolo de evaluación material

Antes de comenzar la etapa de experimentación es necesario definir un protocolo de evaluación del material, que servirá para poder ordenar y comprender las singularidades, cualidades y características de cada experimentación que se lleve a cabo. Retomando la metodología material driven design, esta cuenta con una herramienta de caracterización experiencial del material, que lo evalúa desde lo performativo, sensorial, interpretativo y afectivo. (Fig. 00). Por los alcances del presente proyecto únicamente se retomará del MDD la evaluación a nivel performativo.

El protocolo de evaluación material consiste darles un valor a las propiedades de un material, estas pueden ser físicas, mecánicas o técnicas. Dado que las exploraciones son más bien de carácter doméstico, se realizará una caracterización física y se basará en los atributos sensoriales del MDD, y se realizará por medio del uso de herramientas menores o el simple uso de los sentidos. A lo anterior se le titulara fase I, y será aplicada a todas las exploraciones que se realicen.

En una segunda etapa la caracterización será técnica, se ejecutan pruebas físicas básicas y las pruebas de laboratorio con equipos especiales esta será la fase 2, con la finalidad de conocer la resistencia de los materiales, y esta fase se aplicará únicamente a las muestras de la última etapa de exploración.

Si un diseñador quiere llegar a entender porque los objetos son lo que son, deberá examinarlos bajo todos los aspectos posibles... bajo valores objetivos como la funcionalidad, la manejabilidad, el color, la forma y el material con el que están contruidos, etc. Observando siempre si lo que se obtiene resulta acertado o equivocado según un criterio objetivo. (Munari, 2018)

Por lo anterior, se generó un par de fichas de evaluación (Fig. 00) en las cuales se vaciará la información que arroje cada experimentación del siguiente capítulo. Para la formulación de estas fichas se definieron algunos criterios de evaluación, los aspectos a evaluar de cada material son los siguientes:

Fase I (Descriptiva)

1 Color

2 Espesor

3 Presencia de agentes nocivos

4 Agrietamiento

5 Deformación

6 Funcionalidad

Fase 1 (Evaluativa de -2 a 2)

- 1 Duro o Suave
- 2 Liso o áspero
- 3 Mate o brillante
- 4 No reflectante o reflectante
- 5 Frio o tibio
- 6 No elástico o elástico
- 7 Opaco o transparente
- 8 Duro o dúctil
- 9 Fuerte o débil
- 10 Ligero o pesado
- 11 Textura regular o irregular
- 12 Fibroso o no fibroso

Fase 2 (Pruebas físicas básicas. Evaluativa de -2 a 2)

- 1 Resistencia a la humedad
- 2 Resistencia a la flexión
- 3 Resistencia al fuego
- 4 Resistencia a la perforación
- 5 Resistencia al corte

Fase 2 (Pruebas de laboratorio)

- 1 Resistencia a la compresión

Características físicas												
Prop.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Color												
Espesor												
Agentes nocivos												
Agrietamiento												
Deformación												
Funciona												
Atributos performativos												
Muestra	Duro/ Suave	Liso/ Áspero	Mate/ Brillante	No reflectante /Reflectante	Frio/ Tibio	No elástico/Elástico	Opaco/Transparente	Duro/ Dúctil	Fuerte/ Débil	Ligero/ Pesado	Textura regular /Textura irregular	Fibroso / No fibroso
Exp-1												

Fig. 00 Ficha de evaluación material. Fuente: propia.

EXPERIENTIAL CHARACTERIZATION MAP

This map aims to support you in understanding how people experience materials.

start →

1. PERFORMATIVE LEVEL

What does the material make you do?

How do you touch the material?

- pressing
- rubbing
- grazing
- compressing
- poking
- caressing
- fiddling
- pounding
- pushing
-

How do you move the material?

- folding
- lifting
- weighing
- bending
- flexing
- picking
- squeezing
- smelling

How do you hold the material?

- holding
- seizing
- pinching
- grabbing
- grasping
-



4. INTERPRETIVE LEVEL

What do you associate with the material?

How would you describe it?

meaning 1

meaning 2

meaning 3

↓ 3 (unfold the map and open sideways)

3. AFFECTIVE LEVEL

What

← unpleasant

← 2

5. FINAL REFLECTIONS

Why do you think the material is 1?

What is the most pleasant quality of the material?

What is the most disturbing quality of the material?

What does the material make you do?

2 →



2. SENSORIAL LEVEL

3 →

How would you describe the material?

2 1 0 1 2

hard	☒	☐	☐	☐	☐	soft
smooth	☒	☐	☐	☐	☒	rough
matte	☒	☐	☐	☐	☒	glossy
not reflective	☒	☐	☐	☐	☒	reflective
cold	☒	☐	☐	☐	☒	warm
not elastic	☒	☐	☐	☐	☒	elastic
opaque	☒	☐	☐	☐	☒	transparent
tough	☒	☐	☐	☐	☒	ductile
strong	☒	☐	☐	☐	☒	weak
light	☒	☐	☐	☐	☒	heavy
regular texture	☒	☐	☐	☐	☒	irregular texture
fibred	☒	☐	☐	☐	☒	not-fibred

3. AFFECTIVE LEVEL

What emotions does the material elicit?



What is the most disturbing quality of the material?

What is the most unique quality of the material?

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave:
Procedimiento:	Fecha: Hora: Material: Objetivo: Variable:	
	Componentes: Agua: Almidón: Glicerina: Vinagre: Agregado	
Descripción: Muestras:		
Resultados:		
Fotografía:		

Capítulo 05

Exploraciones

Después de todo lo anterior, pasamos a la etapa experimental, en este apartado se realizaran varias exploraciones con diversos materiales, en un principio el material elegido fue el residuo de zarzamora una abundancia en aumento en la localidad de Tacámbaro, pero en el transcurso de los inicios de la tesis a la fecha esta abundancia que se consideraba un residuo y la cual era finalmente depositada en vertederos al cielo abierto, cobro un valor comercial, por lo que se realizó un nuevo análisis de las abundancias de la localidad y se eligieron nuevas materialidades, para la definición del material final utilizado.

Como diseñadores debemos evitar los procesos que no abren paso a la evaluación, a las sensaciones y a las ideas individuales. Construir procesos que incentiven la reflexión en lugar de seguir un método absoluto de diseño. Se pueden crear alternativas que fomenten la variedad, la individualidad y la relación con el contexto a través de la expresión de los materiales que caracterizan a cada lugar en particular, y se puede tener un impacto significativo para el diseñador y la sociedad en conjunto. (Olafur Eliasson, 2018)

Con el fin de lograr los objetivos de esta investigación, se llega a la etapa de exploración en la que se realizan las pruebas y exploraciones necesarias hasta lograr el objetivo planteado y con ello poder proseguir en esta investigación, como ya se mencionó ...

Las exploraciones realizadas en esta investigación, se resumen como se muestra en la matriz de iteraciones (Fig. 00) en tres fases, la primera fase, las exploraciones piloto funcionan o consisten en entender las recetas establecidas, la segunda es la fase de manipulación de las recetas para modificar y obtener resultados específicos, y la última fase consiste en la eficiencia de la receta y la generación de muestras para una posterior etapa de evaluación. En cada fase se mostrarán los resultados en una tabla comparativa al final.

Exploraciones piloto

Las experimentaciones piloto dieron inicio con la identificación de una primera abundancia local, los residuos de la producción de zarzamora, con los cuales se realizaron varias exploraciones, las cuales se muestran en las siguientes páginas.

Objetivo: identificar las características y comportamiento del residuo de zarzamora, a partir de la replicación y manipulación de recetas existentes tanto para biocompuestos, como para bioplásticos, a partir de la exploración material, con diversas granulometrías, texturas, etc.

Tratamiento previo: para la utilización de los residuos de zarzamora se debe seguir una serie de pasos para obtener la materia prima que se utilizara en las recetas:

1 Recolectión. Se recolecta el residuo directamente de los campos de cultivo a través de los productores o en su defecto de las empacadoras de frutas de la localidad.

2 Limpieza. Se lava cada fruta con agua, para quitar residuos de tierra y otros elementos externos a la misma.

3 Deshidratación. Se colocan extendidos sobre un contenedor de aluminio y se pone a deshidratar a sol directo,



Fig. 00 materia prima obtenida del residuo de zarzamora. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-01
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 24 marzo 2022 Hora: 13:57 Material: Residuo de zarzamora Objetivo: Bioplástico Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 110 ml Almidón: 4 g Glicerina: 9 ml Vinagre: 6 ml Agregado: 5 g	
Descripción: Esta primera exploración tiene la finalidad de generar un bioplástico, por lo cual se siguió la receta base de LABVA, teniendo como agregado residuo de zarzamora. Muestras: Exp-02-m1, Exp-02-m2, Exp-02-m3		
Resultados: El material no término de secar, presenta agrietamientos y deformación.		



Fig. 00 resultados de la exploración 01. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-02
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 24 marzo 2022 Hora: 14:20 Material: Residuo de zarzamora Objetivo: Bioplástico Variable: Almidón de papa	
	Componentes: Agua: 55 ml Almidón: 4 g Glicerina: 9 ml Vinagre: 6 ml Agregado: 5 g	
Descripción: Esta exploración tiene la finalidad de generar un bioplástico, se disminuyó la cantidad del agua, teniendo como agregado residuo de zarzamora. Muestras: Exp-02-m1, Exp-02-m2, Exp-02-m3		
Resultados: El material seco, pero disminuyo considerablemente su tamaño, y se deforma.		



Fig. 00 resultados de la exploración 02. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-03
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 24 marzo 2022 Hora: 16:20 Material: Residuo de zarzamora Objetivo: Bioplástico Variable: Grenetina	
	Componentes: Agua: 250 ml Almidón: 4 cucharadas Glicerina: 2 cucharadas Vinagre: 2 cucharadas Agregado: 1 cucharada	
Descripción: Para esta exploración se trabajó con grenetina y más cantidad de agua con poco agregado. Muestras: Exp-03-ml, Exp-03-m2		
Resultados: La muestra, seco en aproximadamente una semana, no presenta contaminación, ni deformación, es flexible manteniendo su forma inicial.		



Fig. 00 resultados de la exploración 03. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-04
Procedimiento: 1. Peser todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 26 marzo 2022 Hora: 12:20 Material: Residuo de zarzamora Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de papa	
	Componentes: Agua: 30 ml Almidón: 7.5 g Glicerina: 4 ml Vinagre: 3.5 ml Agregado: 125 g	
Descripción: Esta exploración tiene como fin generar un biocompuesto, se trabajó con una receta extraída de Materiom, utilizando almidón de papa con residuo de zarzamora con mayor granulometría. Muestras: Exp-04-ml		
Resultados: La muestra, seco en aproximadamente una semana, no presento contaminación, ni deformación, es ligeramente flexible y mantuvo la forma del molde.		



Fig. 00 resultados de la exploración 04. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-05
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. La resina se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Cuando se derrita se agrega el alcohol y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 26 marzo 2022 Hora: 12:50 Material: Residuo de zarzamora Objetivo: Bio compuesto Variable: Resina de pino	
	Componentes: Resina de pino: 60 g Agregado: 15 g	
Descripción: Esta exploración tiene como fin generar un biocompuesto, pero utilizando como aglomerante la resina de pino, se utilizó residuo de zarzamora con mayor granulometría. Muestras: Exp-05-ml		
Resultados: La muestra, seco en aproximadamente un día, no presenta contaminación, ni deformación, es sumamente duro y frágil.		



Fig. 00 resultados de la exploración 05. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-06
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 27 marzo 2022 Hora: 11:30 Material: Residuo de zarzamora Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de papa	
	Componentes: Agua: 60 ml Almidón: 15 g Glicerina: 7.5 ml Vinagre: 7.5 ml Agregado: 100 g	
Descripción: Esta exploración tiene como fin generar un biocompuesto, se trabajó con una receta extraída de Materiom, con residuo de zarzamora con mayor granulometría.		
Muestras: Exp-06-ml, Exp-06-m2		
Resultados: La muestra, seco en aproximadamente una semana, no presento contaminación, ni deformación, es ligeramente flexible y mantuvo la forma del molde.		



Fig. 00 resultados de la exploración 06. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-07
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 19 abril 2022 Hora: 18:30 Material: Piña de pino Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 60 ml Almidón: 15 g Glicerina: 7.5 ml Vinagre: 7.5 ml Agregado: 62 g	
Descripción: Para esta exploración se utilizó como agregado la piña del pino molida, con la finalidad de ver su comportamiento como biocompuesto.		
Muestras: Exp-07-ml, Exp-07-m2		
Resultados: La muestra, seco en aproximadamente tres días, no presento contaminación, ni deformación, mantuvo la forma del molde.		



Fig. 00 resultados de la exploración 07. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-08
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 19 abril 2022 Hora: 19:00 Material: Residuo de zarzamora Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 60 ml Almidón: 15 g Glicerina: 8 ml Vinagre: 8 ml Agregado: 80 g	
Descripción: Para esta exploración se utilizó como agregado nuevamente el residuo de zarzamora molida, siguiendo la receta base, pero cambiando a almidón de yuca. Muestras: Exp-08-m1, Exp-08-m2, Exp-08-m3		
Resultados: La muestra, seco en aproximadamente tres días, no presenta contaminación, ni deformación, es ligeramente flexible y mantuvo la forma del molde.		



Fig. 00 resultados de la exploración 08. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-09
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 19 abril 2022 Hora: 19:25 Material: cáscara de naranja Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 30 ml Almidón: 8 g Glicerina: 5 ml Vinagre: 4 ml Agregado: 40 g	
Descripción: Siguiendo la receta base con almidón de yuca, para esta exploración se utilizó cáscara de naranja molida, con la finalidad de ver su comportamiento como biocompuesto.		
Muestras: Exp-09-ml		
Resultados: La muestra, seco en aproximadamente 5 días, no presenta contaminación, ni deformación, mantuvo la forma del molde, presentando pequeñas grietas.		



Fig. 00 resultados de la exploración 09. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-10
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 19 abril 2022 Hora: 20:00 Material: Huinuma Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 120 ml Almidón: 30 g Glicerina: 16 ml Vinagre: 16 ml Agregado: 10 g	
Descripción: Siguiendo la receta base con almidón de yuca, para esta exploración se utilizó huinuma natural, con la finalidad de ver su comportamiento como biocompuesto.		
Muestras: Exp-10-m1, Exp-10-m2, Exp-10-m3		
Resultados: La muestra, seco en aproximadamente tres días, no presenta contaminación, ni deformación, mantuvo la forma del molde.		



Fig. 00 resultados de la exploración 10. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-II
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega la grenetina y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 19 abril 2022 Hora: 20:50 Material: cáscara de naranja Objetivo: biocuerdo Variable: Grenetina	
	Componentes: Agua: 120 ml Grenetina: 12 g Glicerina: 9.8 ml Vinagre: 0.37 ml Agregado: 18.5 g	
Descripción: Siguiendo la receta base con almidón de yuca para bioplásticos, para esta exploración se utilizó cáscara de naranja molida, con la finalidad de ver su comportamiento. Muestras: Exp-II-m1, Exp-II-m2		
Resultados: La muestra, seco en aproximadamente 5 días, no presenta contaminación, sufrió una ligera disminución del tamaño y deformación, el resultado va más cercano a un biocuerdo, ya que flexible conservando su forma y no es traslucido.		



Fig. 00 resultados de la exploración II. Fuente: propia.

Fig. 00 Tabla de resultados de la exploración piloto evaluación básica. Fuente: propia.

Finalmente, los resultados de las once exploraciones piloto se evaluaron y sus resultados se muestran en la siguiente tabla (Fig. 00):

Exploraciones Piloto											
Prop.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Color	Vino	Vino	Café claro	Vino	Vino	Vino	Café	Vino	Amarillo	Natural	Naranja
Espesor	1 mm	1 mm	1 mm	1.4 cm	1 cm	1.5 cm	1 cm	1 cm	1 cm	5 mm	1 mm
Agentes nocivos	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Agrietamiento	Si	No	No	No	No	No	No	No	Si	No	No
Deformación	Si	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	Si
Funciona	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Atributos performativos												
Muestra	Duro/ Suave	Liso/ Áspero	Mate/ Brillante	No reflectante /Reflectante	Frio/ Tibio	No elástico/Elástico	Opaco/Transparente	Duro/ Dúctil	Fuerte/ Débil	Ligero/ Pesado	Textura regular /Textura irregular	Fibroso / No fibroso
EXp-1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
EXp-2	1	-2	1	1	1	-2	-2	2	1	-2	-2	2
EXp-3	2	-2	2	2	-2	-2	1	2	-2	-2	-2	2
EXp-4	-1	2	-1	-1	-1	-2	-2	-1	-1	1	2	-1
EXp-5	-2	-2	2	2	-1	-2	-2	-2	2	-1	-2	2
EXp-6	-1	1	-2	-1	-1	-2	-2	-1	1	1	-1	-1
EXp-7	-2	-1	-2	-2	1	-2	-2	-2	-2	1	-2	2
EXp-8	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-2	1
EXp-9	-2	1	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	1	-2	1
EXp-10	-2	2	-1	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2
EXp-11	1	2	-1	-2	-2	-2	-2	2	-2	-1	-1	1

Fig. 00 Tabla de resultados de la exploración piloto evaluación performativa. Fuente: propia.

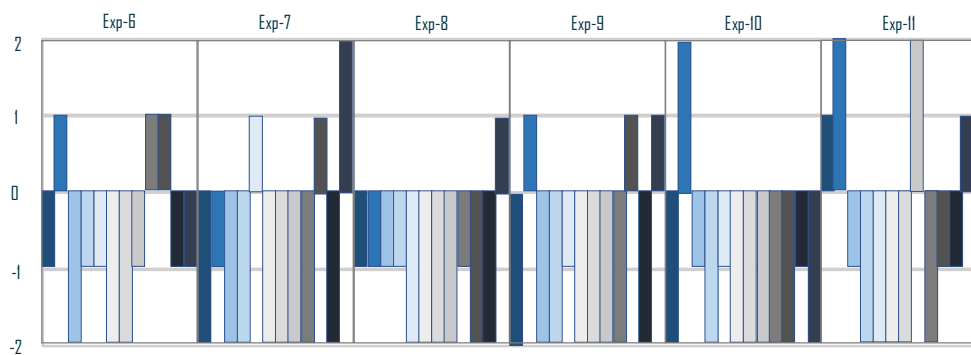
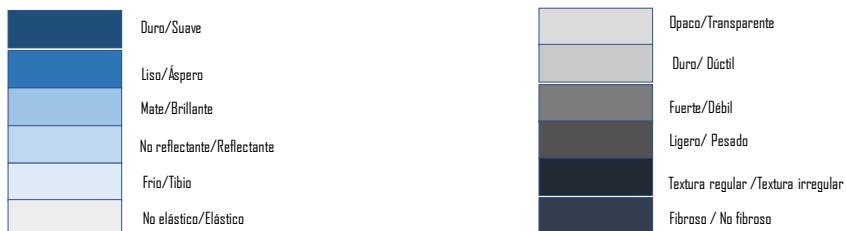
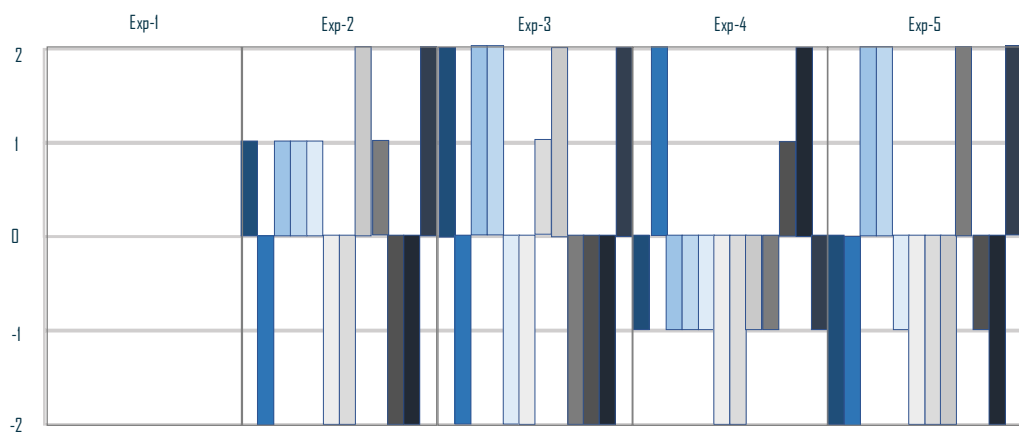


Fig. 00 gráfica de resultados exploraciones piloto. Fuente: propia.

Exploraciones segunda etapa biocompuestos

A partir de los resultados anteriores, y al identificar dentro del territorio que el residuo de la zarzamora había obtenido un valor comercial, se realiza una nueva selección de abundancias naturales, el residuo de bagazo de caña y la hoja de pino michoacano seca, con las cuales se pasa a la segunda etapa de exploraciones mismas que se muestran en las siguientes páginas.

Objetivo: Identificar las características y comportamiento del residuo del bagazo de caña y del huinumo de pino michoacano, con la finalidad de lograr biocompuestos con diferentes granulometrías, texturas, etc. Y finalmente lograr el biomaterial objetivo de esta investigación.

Tratamiento previo: Para la utilización de los residuos tanto del bagazo como del huinumo se debe seguir una serie de pasos para obtener la materia prima que se utilizara en las recetas:

1 Recolectión. Se recolecta el residuo, en el caso del bagazo de caña este se obtiene del ingenio azucarero de pedernales, y en el caso de huinumo se recolecta directamente de los bosques de la localidad.

2 Limpieza. El material se selecciona retirando impurezas externas en ambos casos.

3 Secado. El material en el caso único del bagazo de caña debe pasar por un proceso de sacado para eliminar completamente cualquier rastro de humedad, por lo que se recomienda extender en una superficie donde reciba sol directo por al menos dos días. También puede pasar por un proceso de deshidratación en un horno, a máxima temperatura, con puerta abierta por al menos 1 hora.

4 Molienda. Finalmente, las materias primas se pasan por una etapa de molienda con ayuda de un molino para café, dependiendo de los requerimientos se determina la granulometría deseada, en el caso particular del proyecto se trabajó con tres niveles, el acabado fino, el acabado medio y el acabado natural.



Fig. 00 Tratamiento del bagazo de caña. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-12
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 07 mayo 2022 Hora: 13:15 Material: Bagazo de caña Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 60 ml Almidón: 15 g Glicerina: 7.5 ml Vinagre: 7.5 ml Agregado: 20 g	
Descripción: Esta exploración se modificaron las cantidades aumentando el almidón la finalidad era identificar que factor modifica en el biomaterial. Muestras: Exp-12-m1, Exp-12-m2, Exp-12-m3		
Resultados: El material seco en aproximadamente tres días, sin la presencia de contaminación, las partículas se mantienen unidas con un acabado liso, la mezcla fue un poco más rígida, el material es bastante ligero y al tacto resistente.		



Fig. 00 resultados de la exploración 12. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-13
Procedimiento: 1. Peser todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 07 mayo 2022 Hora: 13:40 Material: Bagazo de caña Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 120 ml Almidón: 30 g Glicerina: 15 ml Vinagre: 15 ml Agregado: 40 g	
Descripción: Esta exploración se modificaron las cantidades aumentando el almidón y el tamaño de la muestra al triple, la finalidad era identificar si el comportamiento del material cambiaba a mayor dimensión. Muestras: Exp-13-ml		
Resultados: El material seco en aproximadamente tres días, sin la presencia de contaminación, las partículas se mantienen unidas con un acabado liso, la mezcla fue un poco más rígida por lo que se pueden notar grumos en el material, pero sin afectar al material, el material es bastante ligero y al tacto resistente. Presento una ligera deformación, no resulto completamente plano.		



Fig. 00 resultados de la exploración 13. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-14
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 07 mayo 2022 Hora: 14:20 Material: Hoja de aguacate Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 60 ml Almidón: 15 g Glicerina: 7.5 ml Vinagre: 7.5 ml Agregado: 35 g	
Descripción: Esta exploración se modificaron las cantidades aumentando el almidón y la glicerina, la finalidad era identificar que factor del biomaterial se ve afectado. Muestras: Exp-14-ml		
Resultados: El material seco en aproximadamente tres días, sin la presencia de contaminación, las partículas se desprenden con cierta facilidad, disminuyendo su flexibilidad, es decir el biomaterial se volvió más frágil y aparecieron grietas y el volumen se contrajo.		



Fig. 00 resultados de la exploración 14. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-15
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 07 mayo 2022 Hora: 14:25 Material: Huinuma Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 60 ml Almidón: 15 g Glicerina: 7.5 ml Vinagre: 7.5 ml Agregado: 40 g	
Descripción: Esta exploración se modificaron las cantidades aumentando el almidón, la finalidad era identificar que factor del biomaterial se ve afectado. Muestras: Exp-15-m1, Exp-15-m2, Exp-15-m3		
Resultados: El material seco en aproximadamente tres días, sin la presencia de contaminación, las partículas se desprenden con cierta facilidad, disminuyendo su flexibilidad, es decir el biomaterial se volvió más frágil y aparecieron grietas y el volumen se contrajo.		



Fig. 00 resultados de la exploración 15. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-16
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina, el alcohol y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 17 mayo 2022 Hora: 9:30 Material: Huinumo Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 60 ml Almidón: 15 g Glicerina: 5 ml Vinagre: 7.5 ml Agregado: 40 g Alcohol: 5 ml	
Descripción: Esta exploración se modificaron las cantidades aumentando la cantidad del almidón, la finalidad era identificar que factor del biomaterial se ve afectado. Muestras: Exp-16-ml, Exp-16-m2		
Resultados: Con el huinumo la mezcla se volvió muy chiclosa, pero material seco en aproximadamente tres días, sin la presencia de contaminación, la proporción mantiene las partículas unidas pero muy frágiles ya que al tacto se desborona el material, tiene un acabado uniforme.		



Fig. 00 resultados de la exploración 16. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-17
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 17 mayo 2022 Hora: 9:50 Material: Huinuma Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 60 ml Almidón: 8 g Glicerina: 4 ml Vinagre: 8 ml Agregado: 20 g	
Descripción: Esta exploración se modificaron las cantidades aumentando una la cantidad del agua y del agregado, la finalidad era aumentar la cantidad de aglutinante y tener un biomaterial más unificado.		
Muestras: Exp-17-ml, Exp-17-m2		
Resultados: Esta exploración se modificaron las cantidades aumentando una la cantidad del agua y del agregado, la finalidad era aumentar la cantidad de aglutinante y tener un biomaterial más unificado.		



Fig. 00 resultados de la exploración 17. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-18
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 07 mayo 2022 Hora: 10:30 Material: Bagazo de caña Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 30 ml Almidón: 15 g Glicerina: 5 ml Vinagre: 5 ml Agregado: 10 g	
Descripción: Esta exploración se modificaron las cantidades, haciendo una variación entre el almidón y el vinagre, aumentando el primero y disminuyendo el segundo. Muestras: Exp-18-ml		
Resultados: El material seco en aproximadamente tres días, sin la presencia de contaminación, la proporción mantiene las partículas unidas y un acabado liso, sin embargo, hubo una deformación en la pieza.		



Fig. 00 resultados de la exploración 18. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-19
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 07 mayo 2022 Hora: 10:47 Material: Bagazo de caña Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 30 ml Almidón: 8 g Glicerina: 4 ml Vinagre: 4 ml Agregado: 10 g	
Descripción: Esta exploración se modificaron las cantidades, y la pieza se aumentando un poco tanto el almidón como el vinagre, la idea era darle más dureza al material al disminuir en % la glicerina. Muestras: Exp-19-ml		
Resultados: El material seco en aproximadamente tres días, sin la presencia de contaminación, la proporción mantiene las partículas unidas y un acabado liso.		



Fig. 00 resultados de la exploración 19. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-20
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 07 mayo 2022 Hora: 11:05 Material: Bagazo de caña Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 30 ml Almidón: 8 g Glicerina: 4 ml Vinagre: 8 ml Agregado: 10 g	
Descripción: Esta exploración se modificaron las cantidades, y la pieza se aumentando un poco tanto el almidón como el vinagre, la idea era darle más dureza al material al disminuir en % la glicerina. Muestras: Exp-20-ml		
Resultados: El material seco en aproximadamente tres días, sin la presencia de contaminación, la proporción mantiene las partículas unidas y un acabado liso.		



Fig. 00 resultados de la exploración 20. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-21
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. La resina se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Al derretir se agrega el alcohol y se mezcla. 4. Se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 07 mayo 2022 Hora: 11:45 Material: Bagazo de caña Objetivo: Bio compuesto Variable: Resina de pino	
	Componentes: Alcohol: 20 ml Resina: 20 g Glicerina: 5 ml Agregado: 20 g	
Descripción: En esta exploración se trabajó con resina, pues se buscaba ver el comportamiento con este aglutinante y se agregó alcohol con la finalidad de ayudar a la adición de las partículas de la resina de pino.		
Muestras: Exp-21-ml		
Resultados: El material seco en aproximadamente dos días, sin embargo, las partículas no se agruparon correctamente, pues si bien no se rompe, a tacto sus partículas se desprenden, no se presentó ningún tipo de contaminación en el biomaterial. La resina funciona bien, sin embargo, a mayor cantidad de resina el material toma dureza, lo que perjudica la estabilidad y lo vuelve frágil.		



Fig. 00 resultados de la exploración 21. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-22
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 07 mayo 2022 Hora: 11:27 Material: Bagazo de caña Objetivo: Bio compuesto Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 30 ml Almidón: 8 g Glicerina: 4 ml Vinagre: 8 ml Agregado: 10 g	
Descripción: Esta exploración se modificaron las cantidades aumentando un poco tanto el almidón como el vinagre, la idea era darle más dureza al material al disminuir en % la glicerina. Muestras: Exp-22-ml, Exp-22-m2		
Resultados: El material seco en aproximadamente tres días, sin la presencia de contaminación, la proporción mantiene las partículas unidas y un acabado liso, sin embargo, debido a lo delgado de las muestras se rompió una.		



Fig. 00 resultados de la exploración 22. Fuente: propia.

De todas estas exploraciones se realizó una tabla comparativa con sus características principales y por medio de la cual se eligió el material final.

Exploraciones Piloto											
Prop.	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Color	Paja	Paja	Terracota	Madera clara	Madera clara	Madera clara	Paja	Paja	Paja	Paja	Madera clara
Espesor	0.5 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	0.4 cm
Agentes nocivos	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Agrietamiento	No	No	Si	Si	No	No	No	No	No	No	No
Deformación	No	Si	Si	No	Si	No	No	No	No	Si	Si
Funciona	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x

Fig. 00 Tabla de resultados de la segunda etapa evaluación básica. Fuente: propia.

Atributos performativos												
Muestra	Duro/ Suave	Liso/ Áspero	Maté/ Brillante	No reflectante /Reflectant e	Frio/ Tibio	No elástico/Elá stico	Opaco/Tran sparente	Duro/ Dúctil	Fuerte/ Débil	Ligero/ Pesado	Textura regular /Textura irregular	Fibroso / No fibroso
Exp-12	-2	-2	-1	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Exp-13	-2	1	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Exp-14	-2	1	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	1
Exp-15	-2	-1	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Exp-16	-2	1	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-2
Exp-17	-2	-1	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Exp-18	-2	1	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Exp-19	-2	-1	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Exp-20	-2	-1	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Exp-21	-1	2	-2	-2	-1	-2	-2	1	1	-2	-2	-2
Exp-22	-2	1	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2

Fig. 00 Tabla de resultados de la segunda etapa evaluación performativa. Fuente: propia.

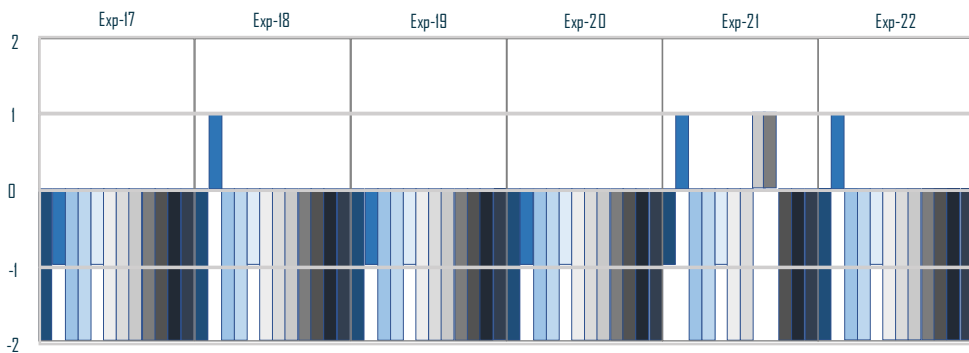
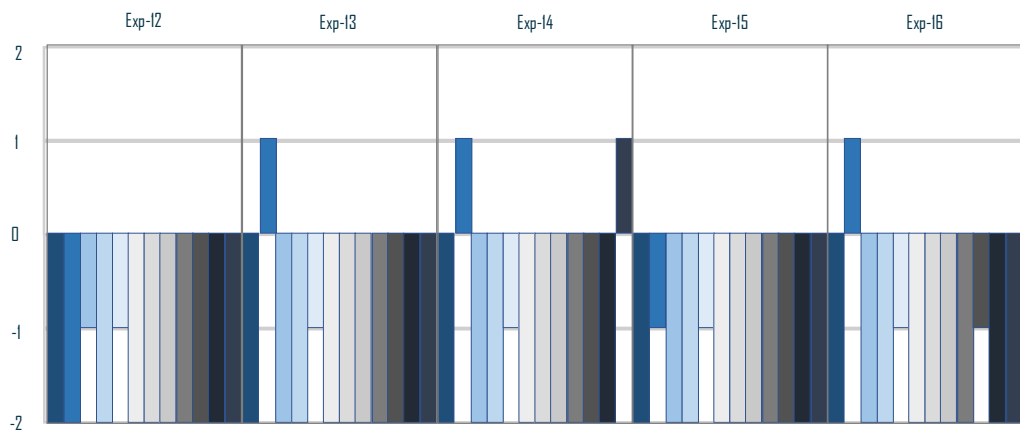


Fig. 00 gráfica de resultados segunda etapa de exploración. Fuente: propia.

Tercera etapa muestras

Finalmente, para la etapa de evaluación material se realizaron un total de 45 muestras de 1x10 cm para las pruebas de físicas de los materiales, 5 muestras del material de bagazo de caña fino, 5 muestras del material de bagazo de caña medio, 5 muestras del material de bagazo de caña natural, 5 muestras del material de huinumo fino, 5 muestras del material de huinumo medio, 5 muestras del material de huinumo natural, 5 muestras de los materiales combinados fino, 5 muestras de los materiales combinados medio, 5 muestras de los materiales combinados natural.

Además, también un total de 30 cubos de 5x5x5 cm para las pruebas de compresión, 10 cubos del material de bagazo de caña, 10 cubos del material de huinumo y 10 cubos del material combinado.

Las siguientes fueron las recetas empleadas.

Objetivo: Generar las muestras suficientes para la evaluación de los materiales tanto para las pruebas físicas manuales que se hacen con muestras circulares de 10 cm de diámetro por 1 cm de espesor. Para las pruebas mecánicas de compresión, se requirieron por especificaciones del laboratorio cubos de 5 cm.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-23
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 27 mayo 2022 Hora: 14:38 Material: Bagazo de caña fino Objetivo: Muestra circular 10 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 60 ml Almidón: 15 g Glicerina: 7.5 ml Vinagre: 7.5 ml Agregado: 20 g	
Muestras: M1bf, M2bf		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 3 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme y no se perdió la forma del molde, el resultado es muy ligero y no presenta grietas.		



Fig. 00 resultados de la exploración 23. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-24
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. La resina se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Al derretir se agrega el alcohol y se mezcla. 4. Se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 27 mayo 2022 Hora: 14:56 Material: Bagazo de caña fino Objetivo: Muestra circular 10 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 120 ml Almidón: 30 g Glicerina: 15 ml Vinagre: 15 ml Agregado: 40 g	
Muestras: M3bf, M4bf, M5bf		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 3 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme y no se perdió la forma del molde, el resultado es muy ligero y no presento grietas.		



Fig. 00 resultados de la exploración 24. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-25
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 27 mayo 2022 Hora: 16:54 Material: Bagazo de caña natural Objetivo: Muestra circular 10 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 200 ml Almidón: 50 g Glicerina: 25 ml Vinagre: 25 ml Agregado: 50 g	
Muestras: M1bn, M2bn, M3bn, M4bn, M5bn		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 2 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme, pero con la textura del bagazo y no se perdió la forma del molde, el resultado es muy ligero y no presenta grietas.		



Fig. 00 resultados de la exploración 25. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-26
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. La resina se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Al derretir se agrega el alcohol y se mezcla. 4. Se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 16 junio 2022 Hora: 17:50 Material: Huinuma fino Objetivo: Muestra circular 10 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 200 ml Almidón: 50 g Glicerina: 27 ml Vinagre: 27 ml Agregado: 67 g	
Muestras: M1hf, M2hf, M3hf, M4hf, M5hf		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 3 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme sin embargo presento una contracción en su tamaño de una de sus caras lo que provocó un par de grietas pequeñas y un acabado más rugoso en su perímetro.		



Fig. 00 resultados de la exploración 26. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-27
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 16 junio 2022 Hora: 18:30 Material: Huinumo y bagazo de caña fino Objetivo: Muestra circular 10 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 200 ml Almidón: 50 g Glicerina: 27 ml Vinagre: 27 ml Agregado: 40 g huinumo 30 g bagazo	
Muestras: M1cf, M2cf, M3cf, M4cf, M5cf		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 3 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme sin embargo presenta desmoronamiento en sus lados, y no presenta grietas.		



Fig. 00 resultados de la exploración 27. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-28
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. La resina se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Al derretir se agrega el alcohol y se mezcla. 4. Se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 17 junio 2022 Hora: 18:00 Material: Bagazo de caña fino Objetivo: Cubos de 5 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 200 ml Almidón: 50 g Glicerina: 27 ml Vinagre: 27 ml Agregado: 60 g	
Muestras: M1b, M2b		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 3 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme sin embargo presenta desmoronamiento en sus lados, y no presento grietas.		



Fig. 00 resultados de la exploración 28. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-29
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 17 junio 2022 Hora: 19:02 Material: Bagazo de caña fino Objetivo: Cubos de 5 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 240 ml Almidón: 60 g Glicerina: 35 ml Vinagre: 35 ml Agregado: 70 g	
Muestras: M3b, M4b, M5b		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 8 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme, aunque por la forma de cubo el propio peso lo apasto un poco, y no presenta grietas, el peso inicial de la muestra fue de 77 g y una vez seca fue de 48 g.		



Fig. 00 resultados de la exploración 29. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-30
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. La resina se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Al derretir se agrega el alcohol y se mezcla. 4. Se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 18 junio 2022 Hora: 13:27 Material: Bagazo de caña fino Objetivo: Cubos de 5 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 220 ml Almidón: 55 g Glicerina: 30 ml Vinagre: 30 ml Agregado: 66 g	
Muestras: M6b, M7b, M8b, M9b		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 8 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme, aunque por la forma de cubo el propio peso lo apasto un poco, y no presenta grietas, el peso inicial de la muestra fue de 77 g y una vez seca fue de 48 g.		



Fig. 00 resultados de la exploración 30. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-31
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 18 junio 2022 Hora: 14:12 Material: Bagazo de caña fino Objetivo: Cubos de 5 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 74 ml Almidón: 19 g Glicerina: 10 ml Vinagre: 10 ml Agregado: 22 g	
Muestras: MIDb		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 8 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme, aunque por la forma de cubo el propio peso lo apasto un poco, y no presenta grietas, el peso inicial de la muestra fue de 77 g y una vez seca fue de 48 g.		



Fig. 00 resultados de la exploración 31. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-32
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. La resina se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Al derretir se agrega el alcohol y se mezcla. 4. Se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 18 junio 2022 Hora: 15:10 Material: Huinumo natural Objetivo: Muestra circular 10 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 220 ml Almidón: 55 g Glicerina: 30 ml Vinagre: 30 ml Agregado: 50 g	
Muestras: M1hn, M2hn, M3hn, M4hn, M5hn		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 2 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme, pero con la textura del huinumo, no perdió la forma del molde y no presento grietas.		



Fig. 00 resultados de la exploración 32. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-33
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 21 junio 2022 Hora: 15:15 Material: Huinuma Objetivo: Cubos de 5 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 300 ml Almidón: 75 g Glicerina: 25 ml Vinagre: 75 ml Agregado: 200 g	
Muestras: M1h, M2h, M3h, M4h		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 8 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme, aunque por la forma de cubo el propio peso lo apasto un poco, y no presento grietas, el peso inicial de la muestra fue de 134 g y una vez seca fue de 69 g.		



Fig. 00 resultados de la exploración 33. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-34
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. La resina se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Al derretir se agrega el alcohol y se mezcla. 4. Se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 21 junio 2022 Hora: 16:46 Material: Huinuma Objetivo: Cubos de 5 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 300 ml Almidón: 75 g Glicerina: 25 ml Vinagre: 75 ml Agregado: 200 g	
Muestras: M5h, M6h, M7h, M8h		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 8 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme, aunque por la forma de cubo el propio peso lo apasto un poco, y no presenta grietas, el peso inicial de la muestra fue de 134 g y una vez seca fue de 69 g.		



Fig. 00 resultados de la exploración 34. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-35
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 21 junio 2022 Hora: 18:30 Material: Huinuma Objetivo: Cubos de 5 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 150 ml Almidón: 37.5 g Glicerina: 12.5 ml Vinagre: 37.5 ml Agregado: 100 g	
Muestras: M9h, M10h		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 8 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme, aunque por la forma de cubo el propio peso lo apasto un poco, y no presenta grietas, el peso inicial de la muestra fue de 134 g y una vez seca fue de 69 g.		



Fig. 00 resultados de la exploración 35. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-36
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. La resina se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Al derretir se agrega el alcohol y se mezcla. 4. Se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 21 junio 2022 Hora: 20:35 Material: Huinuma y bagazo Objetivo: Cubos de 5 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 300 ml Almidón: 75 g Glicerina: 25 ml Vinagre: 75 ml Agregado: 100 g huinuma, 50 g bagazo	
Muestras: M1c, M2c, M3c, M4c		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 8 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme, aunque por la forma de cubo el propio peso lo apasto un poco, presento pequeñas grietas, el peso inicial de la muestra fue de 95 g y una vez seca fue de 56 g.		



Fig. 00 resultados de la exploración 36. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-37
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 21 junio 2022 Hora: 21:23 Material: Huinumo y bagazo Objetivo: Cubos de 5 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 300 ml Almidón: 75 g Glicerina: 25 ml Vinagre: 75 ml Agregado: 100 g huinumo, 50 g bagazo	
Muestras: M5c, M6c, M7c, M8c		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 8 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme, aunque por la forma de cubo el propio peso lo apasto un poco, presento pequeñas grietas, el peso inicial de la muestra fue de 95 g y una vez seca fue de 56 g.		



Fig. 00 resultados de la exploración 37. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-38
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. La resina se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Al derretir se agrega el alcohol y se mezcla. 4. Se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 21 junio 2022 Hora: 22:19 Material: Huinumo y bagazo Objetivo: Cubos de 5 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 150 ml Almidón: 37.5 g Glicerina: 12.5 ml Vinagre: 37.5 ml Agregado: 50 g huinumo, 25 g bagazo	
Muestras: M9c, M10c		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 8 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme, aunque por la forma de cubo el propio peso lo apasto un poco, presento pequeñas grietas, el peso inicial de la muestra fue de 95 g y una vez seca fue de 56 g.		



Fig. 00 resultados de la exploración 38. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-39
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 22 junio 2022 Hora: 9:35 Material: Bagazo de caña medio Objetivo: Muestra circular 10 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 159 ml Almidón: 42.4 g Glicerina: 21.2 ml Vinagre: 21.2 ml Agregado: 53 g	
Muestras: M1bm, M2bm, M3bm, M4bm		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 3 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme, no perdió la forma del molde y no presento grietas.		



Fig. 00 resultados de la exploración 39. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-40
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. La resina se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Al derretir se agrega el alcohol y se mezcla. 4. Se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 22 junio 2022 Hora: 10:00 Material: Bagazo de caña medio Objetivo: Muestra circular 10 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 30 ml Almidón: 8 g Glicerina: 4 ml Vinagre: 4 ml Agregado: 10 g	
Muestras: M5bm		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 3 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme, no perdió la forma del molde y no presenta grietas.		



Fig. 00 resultados de la exploración 40. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-41
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 22 junio 2022 Hora: 11:40 Material: Huinuma medio Objetivo: Muestra circular 10 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 165 ml Almidón: 44 g Glicerina: 22 ml Vinagre: 22 ml Agregado: 110 g	
Muestras: M1hm, M2hm, M3hm, M4hm, M5hm		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 3 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme, no perdió la forma del molde y no presento grietas.		



Fig. 00 resultados de la exploración 41. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-42
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. La resina se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Al derretir se agrega el alcohol y se mezcla. 4. Se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 22 junio 2022 Hora: 12:23 Material: Huinumo y bagazo de caña medio Objetivo: Muestra circular 10 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 165 ml Almidón: 44 g Glicerina: 22 ml Vinagre: 22 ml Agregado: 26.5 bagazo y 55 g huinumo	
Muestras: M1cm, M2cm, M3cm, M4cm, M5cm		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 3 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme, no perdió la forma del molde y no presenta grietas.		



Fig. 00 resultados de la exploración 42. Fuente: propia.

Ficha Descriptiva del biomaterial		Clave: Exp-43
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos.	Fecha: 22 junio 2022 Hora: 13:30 Material: Huinumo y bagazo de caña natural Objetivo: Muestra circular 10 cm Variable: Almidón de yuca	
	Componentes: Agua: 165 ml Almidón: 44 g Glicerina: 22 ml Vinagre: 22 ml Agregado: 26.5 g bagazo y 55 g huinumo	
Muestras: M1cn, M2cn, M3cn, M4cn, M5cn		
Resultados: La muestra término de secar en aproximados 2 días, no presentó ningún tipo de contaminación, el acabado es uniforme con la textura del material, no perdió la forma del molde y no presento grietas.		



Fig. 00 resultados de la exploración 43. Fuente: propia.

Evaluación de los materiales

Para la etapa de evaluación material se realizaron un total de 45 muestras de 1x10 cm (Fig. 00) para las pruebas de físicas de los materiales, 5 muestras del material de bagazo de caña fino, 5 muestras del material de bagazo de caña medio, 5 muestras del material de bagazo de caña natural, 5 muestras del material de huinumo fino, 5 muestras del material de huinumo medio, 5 muestras del material de huinumo natural, 5 muestras de los materiales combinados fino, 5 muestras de los materiales combinados medio, 5 muestras de los materiales combinados natural.

Las pruebas que se realizaron se dividen en dos categorías, las pruebas físicas básicas, que hacen referencia a las pruebas que se realizaron sin la necesidad de equipo especializado y las pruebas especializadas de laboratorio, que para el caso de esta investigación fueron pruebas de resistencia a la compresión únicamente.

Pruebas físicas básicas

Las pruebas físicas a las que se sometieron los materiales fueron resistencia a la humedad, resistencia a la flexión, resistencia al fuego, resistencia a la perforación, y resistencia al corte, todas estas de manera manual y cadera se llevaron a cabo en el laboratorio en casa, donde se desarrollaron las exploraciones, la finalidad de estas pruebas es conocer el comportamiento de los biomateriales ante estos factores externos.

Para poder evaluarse los resultados se estableció un rango de medición, para evitar en lo posible la sugestión, este rango se toma del MDD y evalúa cada característica dándole un valor de -2 a 2 (Fig. 00) refiriéndose a la resistencia nula, baja, media y alta.

Rango de medición			
Nula	Baja	Media	Alta
-2	-1	1	2
*Se considera -2 cuando el material se ve afectado y 2 cuando no lo afecta.			

Resistencia a la humedad. Para ejecutar esta prueba las muestras fueron sumergidas en un contenedor con 200 ml de agua, y se mantuvieron ahí por 1 hora. Se considera una resistencia alta a la humedad cuando el material no modifica sus propiedades en presencia del agua.

Dentro de los principales hallazgos se destaca que de manera general las muestras presentan poca o nula resistencia a la humedad cuanto más tiempo permanecieron en el agua. El material que más destaco fue el del huinumo con terminado fino, pues el material se mantenía firme, solo con una ligera textura pegajosa al tacto.



Fig. 00 45 Muestras para las pruebas físicas. Fuente: propia.



Fig. 00 Tabla de los resultados de las pruebas de resistencia a la humedad. Fuente: propia.

Muestra	Resistencia a la humedad			
	Nula	Baja	Media	Alta
	-2	-1	1	2
Mlbf				
Mlbn				
Mlhf				
Mlhm				
Mlhn				
Mlcf				
Mlcm				
Mlcn				

Fig. 00 Muestras para las pruebas físicas. Fuente: propia.

Fig. 00 Fotografías de la aplicación de la prueba de resistencia a la humedad. Fuente: propia.



Resistencia a la flexión. Para ejecutar esta prueba, se contó con el apoyo de un externo del género masculino y se le solcito tomara cada muestra con ambas manos y aplicara fuerza con la intención de romperlas por su centro, mantenido un mismo nivel de fuerza. Aquí el valor se da en cuestión del tiempo que tardaron en romperse las muestras, si estas se rompieron en dos piezas o se mantuvieron unidas. Se considera una resistencia alta cuando el material no se rompe ni se flexiona y una nula cuando el material se rompe.

De los principales hallazgos de esta prueba, se identificó que aquellas muestras donde el agregado era de mayores dimensiones, es decir donde se utilizó el material en estado natural, se tenía una mayor resistencia, ya que el agregado funciona a la par como fibras que mantienen la estructura unida, a diferencia de aquellas muestras donde las partículas eran de un grano medio o pequeño, pues estas se rompían en dos partes.

Muestra	Resistencia a la flexión			
	Nula	Baja	Media	Alta
	-2	-1	1	2
Mibf				
Mibm				
Mibn				
Mihf				
Mihm				
Mihn				
Micf				
Micm				
Micn				

Resistencia al fuego. Para esta prueba el material fue sometido a fuego directo, en una estufa de gas sientado con ayuda de unas pinzas, y se mantuvo en el fuego durante 2 min. Se considera una resistencia alta al fuego cuando el material no modifica sus propiedades en presencia del mismo.

Todas las muestras fueron inflamables, sin embargo, entre los hallazgos principales esta que aquellas muestras de granulometría pequeña tardaban más en ser consumidas, además de que el material quemado conservaba su forma y la dureza de un carbón, mientras que en aquellas muestras donde se usó al agregado natural se consumían muy rápido y se volvían polvo de carbón.

Muestra	Resistencia al fuego			
	Nula	Baja	Media	Alta
	-2	-1	1	2
Mibf				
Mibm				
Mibn				
Mihf				
Mihm				
Mihn				
Micf				
Micm				
Micn				

Fig. 00 Tabla de los resultados de las pruebas de resistencia al fuego. Fuente: propia.

Fig. 00 Tabla de los resultados de las pruebas de resistencia a la flexión. Fuente: propia.

Fig. 00 Fotografías de la aplicación de la prueba de resistencia a la flexión. Fuente: propia.





Fig. 00 Fotografías de la aplicación de la prueba de resistencia al fuego. Fuente: propia.

Resistencia a la perforación. En esta prueba las muestras fueron sometidas a la perforación con clavos y tornillos de diferentes puntas y tamaños, con el fin de verificar si podían ser perforados y si la estructura de la muestra se veía comprometida. Se considera una resistencia alta a la perforación cuando el material no permite ser perforado, y nula cuando lo perfora sin problema.

Aquí los hallazgos principales fueron más variados, pues si bien la mayoría eran perforados sin problema, en el caso de la muestra de huinumo con acabado fino, el material era sumamente duro por lo que no pudo ser perforado al menos no por medio de un martillo.

Muestra	Resistencia a la perforación			
	Nula	Baja	Media	Alta
	-2	-1	1	2
MIbf				
MIbm				
MIbn				
MIhf				
MIhm				
MIhn				
MIcf				
MIcm				
MIcn				

Resistencia al corte. Para esta última prueba las muestras fueron sometidas a corte con ayuda de un cúter, haciéndose un corte al centro de las muestras. Se considera una resistencia alta al corte cuando el material no se corta, y nula cuando su corte es fácil.

De esta prueba, se podría destacar como hallazgo que en el caso de las muestras que eran de huinumo el material era más difícil de cortar debido a su dureza, sin embargo, finalmente pudo ser cortado. Las muestras con agregado natural terminan con cortes irregulares debido a sus fibras.

Muestra	Resistencia al corte			
	Nula	Baja	Media	Alta
	-2	-1	1	2
MIbf				
MIbm				
MIbn				
MIhf				
MIhm				
MIhn				
MIcf				
MIcm				
MIcn				

Fig. 00 Tabla de los resultados de las pruebas de resistencia a la perforación. Fuente: propia.

Fig. 00 Tabla de los resultados de las pruebas de resistencia al corte. Fuente: propia.

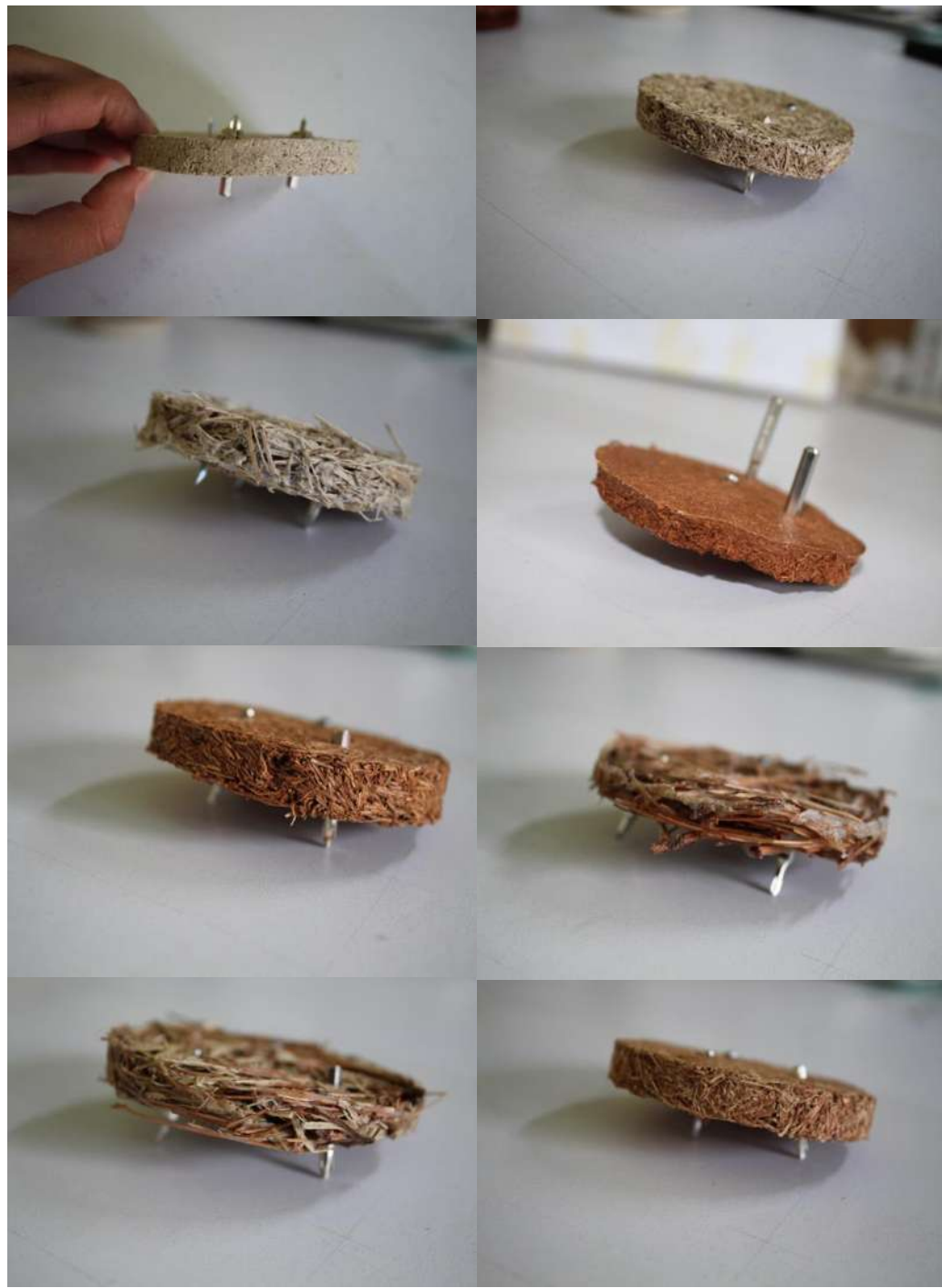
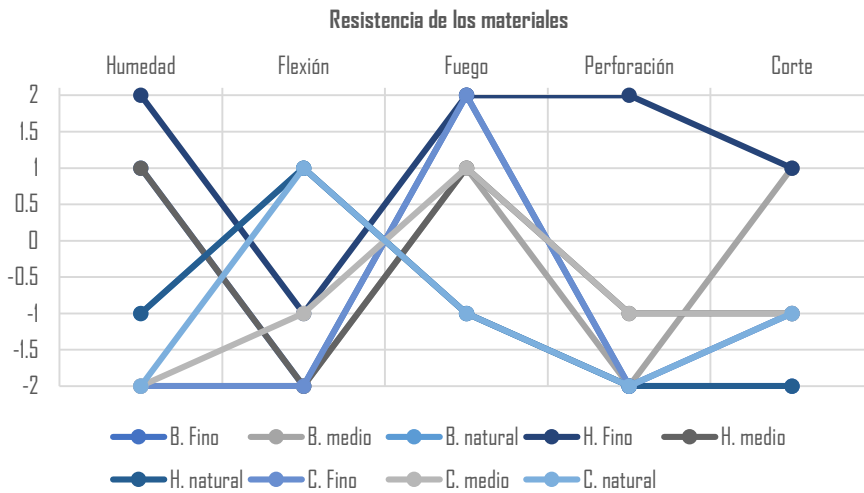


Fig. 00 Fotografías de la aplicación de la prueba de resistencia a la perforación. Fuente: propia.

Fig. 00 Fotografías de la aplicación de la prueba de resistencia al corte. Fuente: propia.



Para mayor entendimiento de los resultados de las pruebas los datos arrojados fueron vaciados en la siguiente gráfica (Fig. 00) a manera de comparativa de las resistencias obtenidas por cada muestra.



Pruebas especialidades de laboratorio

En el laboratorio de materiales de la FAUM se llevaron a cabo las pruebas de compresión de los tres biomateriales finales (aquellos con los agregados en acabado fino) para conocer sus valores de su capacidad de carga, con la finalidad de enriquecer la caracterización de los mismos, esta se refiere a la definición de todas las características de un material, tanto físicas, químicas, estructurales, etc.

Capacidad de carga. La necesidad de realizar esta prueba surge a partir de la intención de proponer un aglomerado similar al MDF, por lo que era de suma importancia conocer su resistencia material, para validar si esta opción era viable. Las muestras requeridas fueron cubos de 5 cm. Se realizaron 10 cubos por cada muestra biomaterial, de los cuales cuatro de cada biomaterial fueron sometidos a la compresión (Fig. 00). Los resultados se muestran a continuación a través de gráficas del comportamiento del material.

Fig. 00 Equipo especializado para pruebas de compresión del laboratorio de la FAUM. Fuente: propia.



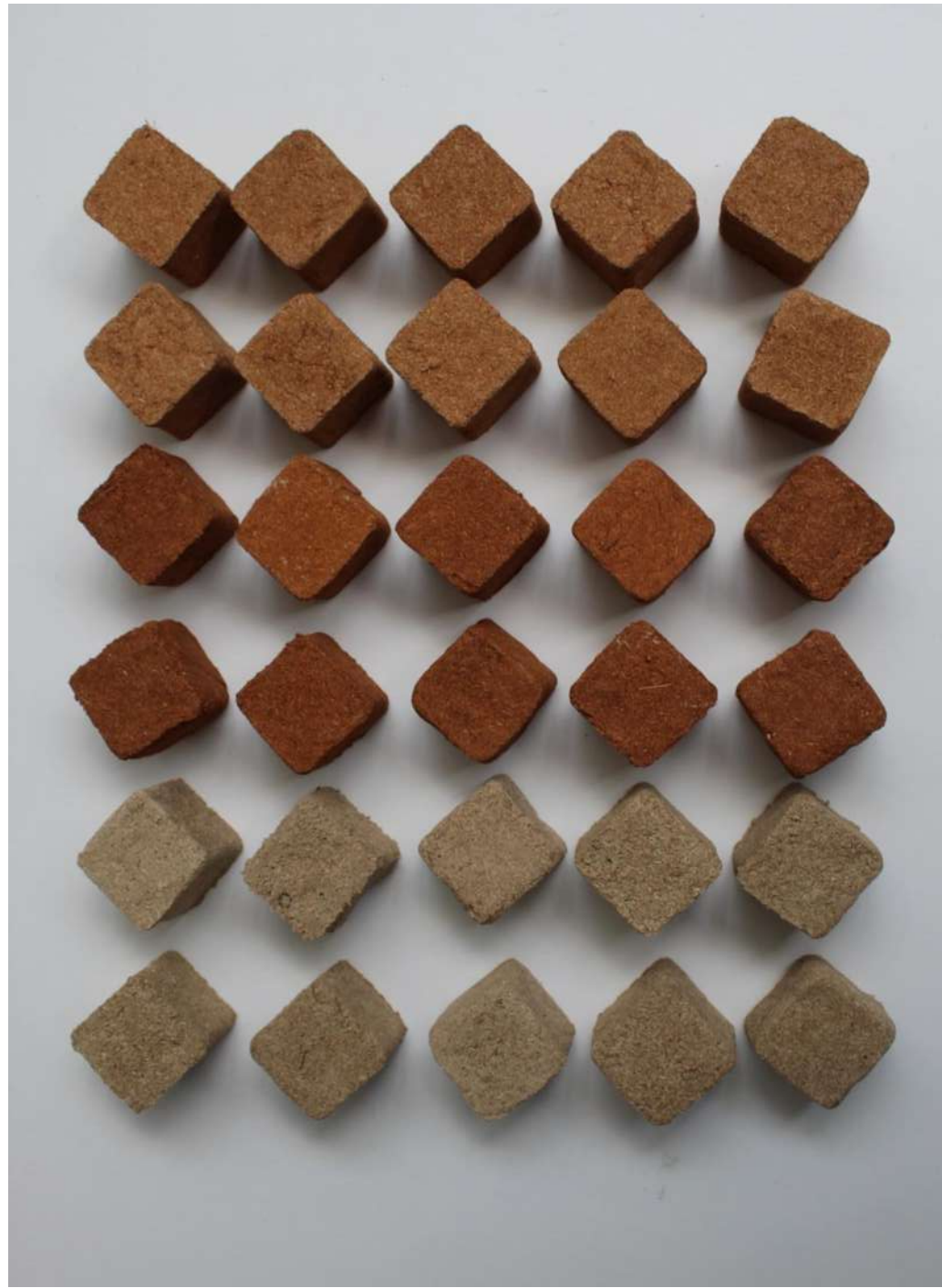


Fig. 00 Muestras para las pruebas de compresión. Fuente: propia.



Muestras de bagazo con yuca				
Clave	Altura (mm)	Anchura (mm)	Grosor (mm)	Área (cm ³)
M01b	47.05	49.95	49.02	115.20
M02b	45.98	48.30	49.16	109.18
M03b	46.30	49.10	48.50	110.26
M04b	48.15	48.00	49.05	113.36

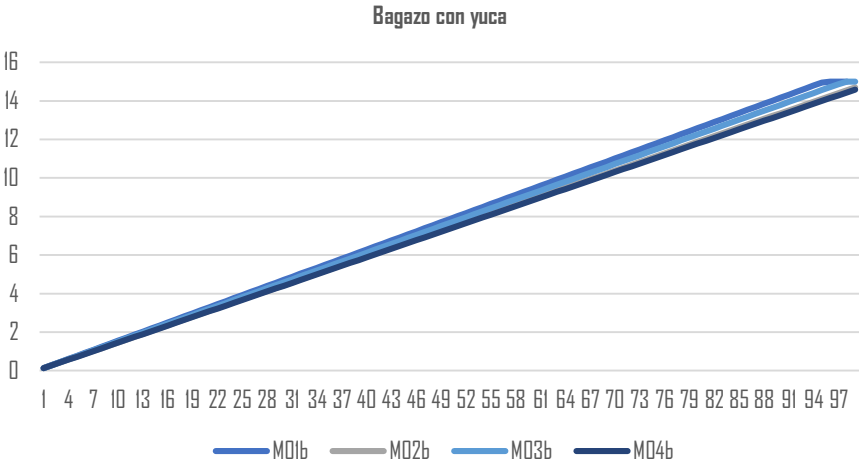


Fig. 00 Tabla de las muestras de bagazo sometidas a compresión. Fuente: propia.

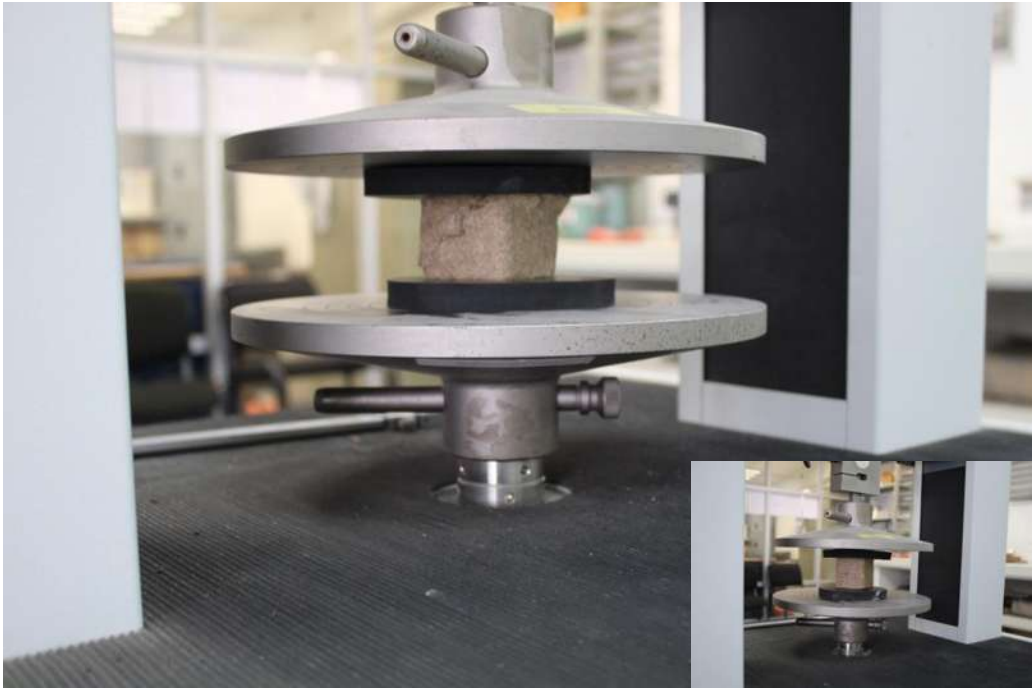


Fig. 00 gráfica del comportamiento a la compresión de las muestras de bagazo. Fuente: propia.

Fig. 00 Prueba de compresión en una muestra de bagazo. Fuente: propia.

Muestras de huinumo con yuca				
Clave	Altura (mm)	Anchura (mm)	Grosor (mm)	Área (cm3)
MO1h	45.80	45.70	45.00	94.19
MO2h	45.80	47.20	49.10	106.14
MO3h	47.05	47.80	48.50	109.08
MO4h	45.08	48.00	47.90	103.65

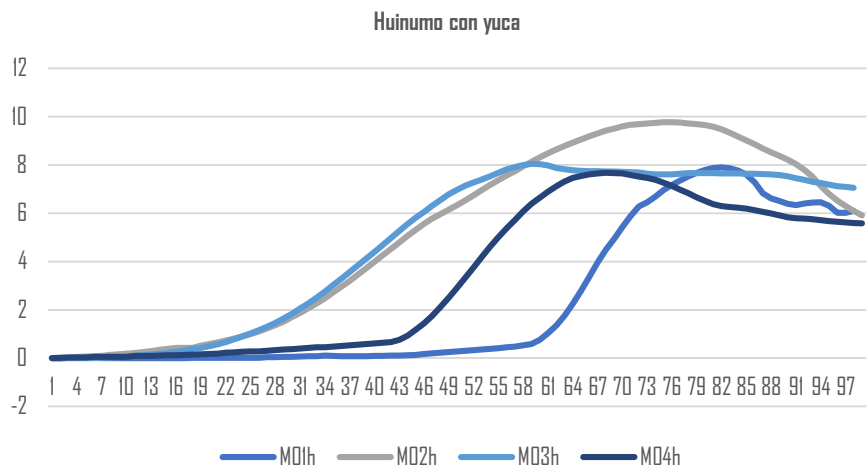


Fig. 00 Tabla de las muestras de huinumo sometidas a compresión. Fuente: propia.

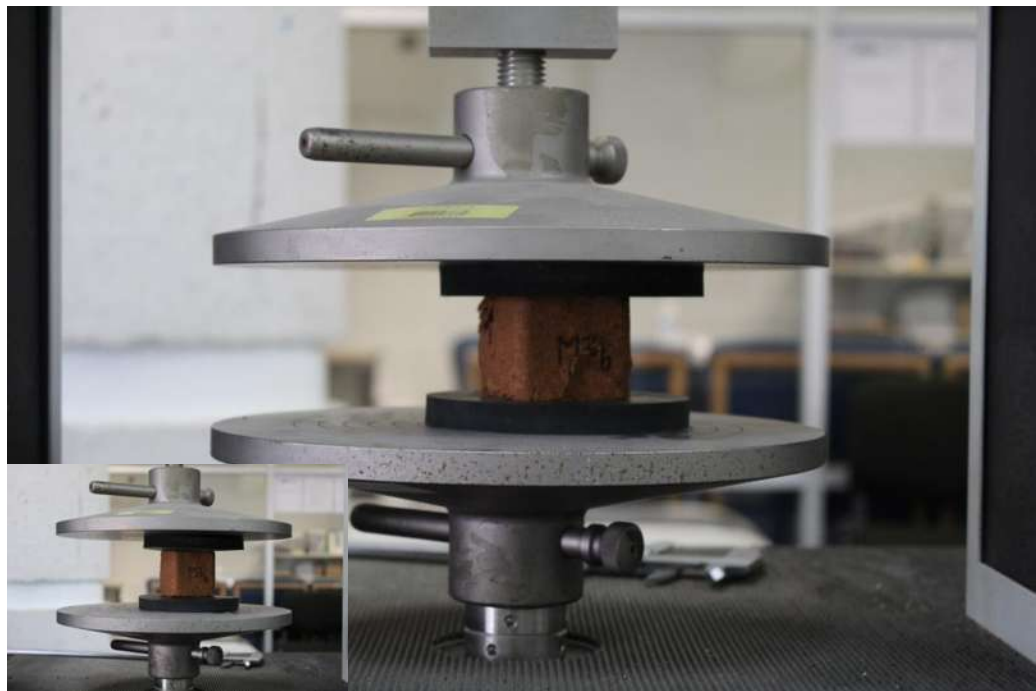


Fig. 00 Prueba de compresión en una muestra de huinumo. Fuente: propia.

Fig. 00 gráfica del comportamiento a la compresión de las muestras de huinumo. Fuente: propia.

Fig. 00 Tabla de las muestras de material combinado sometidas a compresión. Fuente: propia.

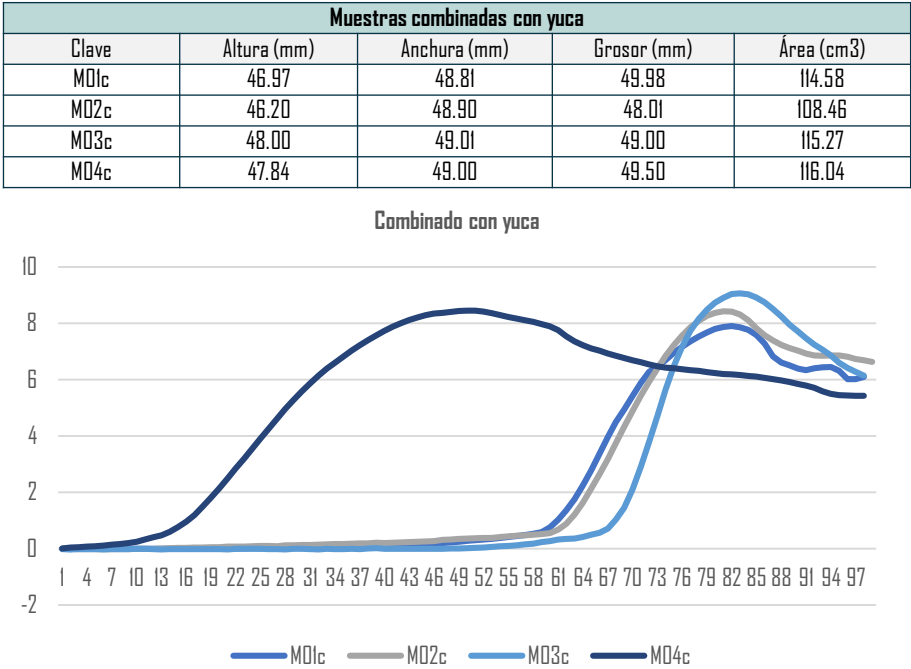


Fig. 00 gráfica de la resistencia a la compresión de las muestras de material combinado. Fuente: propia.

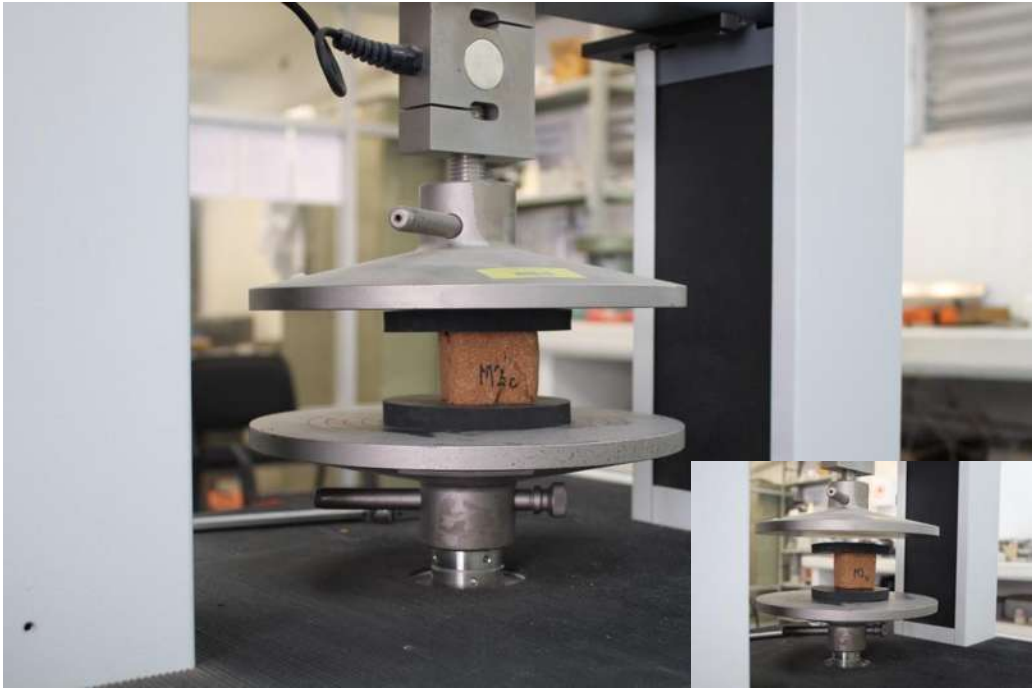


Fig. 00 Prueba de compresión en una muestra de bagazo. Fuente: propia.

Entre los hallazgos significativos se destaca que el material es dúctil pues cambio su forma con la compresión, presentando algunas grietas, sin romperse, pero sin la capacidad de volver a su forma inicial debido a la falla del material. Por las propiedades del biomaterial, al concluir este tipo de pruebas es posible recuperar y reutilizar el material en nuevas muestras o integrar al medio ambiente, sin preocupación de tener impactos negativos.

Las resistencias a carga con mejores resultados fueron:

1 Bagazo de caña. 15.00 Kg/cm²

2 Huinuma. 9.77 Kg/cm²

3 Combinado. 9.06 Kg/cm²

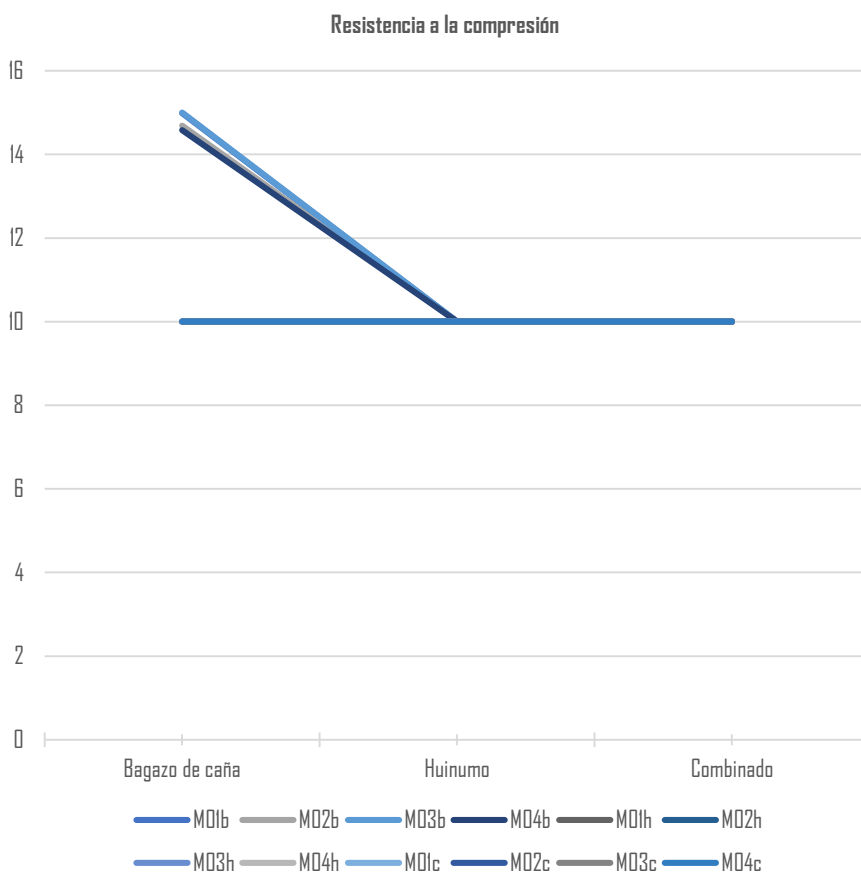


Fig. 00 gráfica de la resistencia a la compresión de las muestras de biomateriales. Fuente: propia.

Capítulo 06

Implemento

Finalmente, en este capítulo se describirán las propuestas objetuales para el uso y aplicación real del biomaterial en el territorio a partir del cual fue desarrollado, dichas propuestas se desarrollan con la receta del biocompuesto final, y según los requerimientos puede utilizarse la materia prima que mejor los cumpla.

El objetivo es mostrar que estos procesos pueden ser replicados y aplicados en objetos reales, que sin bien los alcances de esta investigación no lo permitieron, puedan servir de base para que sea continuado en otros estudios o proyectos de carácter más formal en el territorio o fuera de él.

Propuesta 01

La primera propuesta objetual nace del análisis del ciclo de vida del bagazo de caña en la búsqueda de una ventana de oportunidad donde el material pueda ser reincorporado en algún tipo de producto, como se puede observar en el diagrama del ciclo de vida de esta abundancia en la comunidad (Fig. 00) podremos observar que hay tres etapas principales, la producción de la caña de azúcar en los campos, su transformación en el azúcar de mesa dentro del ingenio y finalmente la comercialización de este azúcar en la comunidad y fuera de ella hasta su llegada a los hogares y comercios.

En la etapa de producción realmente no se encontró una ventana de oportunidad donde pudiéramos reintegrar el biomaterial logrado, en la etapa de comercialización si bien pudiera pensarse que podría ser aplicado en los empaques por sus características físicas realmente no es así, y proponer algún tipo de contenedor para los hogares, no tendría el nivel de impacto, que lo que finalmente se propone.

La primera propuesta es un aglomerado, como una alternativa a un aglomerado de madera comercial (Fig. 00) que normalmente viene en presentaciones de un panel de 1.22x2.44 m y con espesores que van desde 3,5,9,12,15 y 18 mm, aquí se propone realizar piezas de 30x30 cm y con un espesor de 12 mm, ya que las pruebas realizadas que se mostraran a continuación, nos advirtieron que dimensiones más grandes afectan a la rigidez del material.

Estos paneles tienen el objetivo de que sean utilizados en primera instancia dentro de los campos de cultivo, ya que se pudo observar dentro del proceso que en estos lugares existen estructuras temporales (Fig. 00) que son espacios donde el jornalero toma descansos, se protege del sol y consume sus alimentos. Como se puede observar en la siguiente fotografía son estructuras sumamente simples, que constan de ... describir la estructura.

La finalidad es utilizar estos paneles (Fig. 00), tanto en cubiertas como en muros laterales, como un aglomerado más, con apoyo de una estructura de madera muy ligera en la cual se colocarán las piezas, para darles a los agricultores estructuras temporales mas amigables con el medio ambiente. Aunque no se pretende limitativo, pues las placas pueden ser utilizadas en otros ambientes.

Para llevar a cabo los prototipos de los paneles, es necesario contar con un molde (Fig. 00), las primeras pruebas se elaboraron con un molde hecho de papel grueso, pero finalmente se realizó el diseño y elaboración de un molde más adecuado, el cual es relativamente sencillo.

El molde es un utensilio que permite reproducir muchas formas iguales. Se construyen para toda clase de materiales, ya sean líquidos, semilíquidos, en polvo o laminas. Los moldes pueden ser de yeso, tierra, madera, metal según su finalidad. (Munari, 2018. Pp.277).

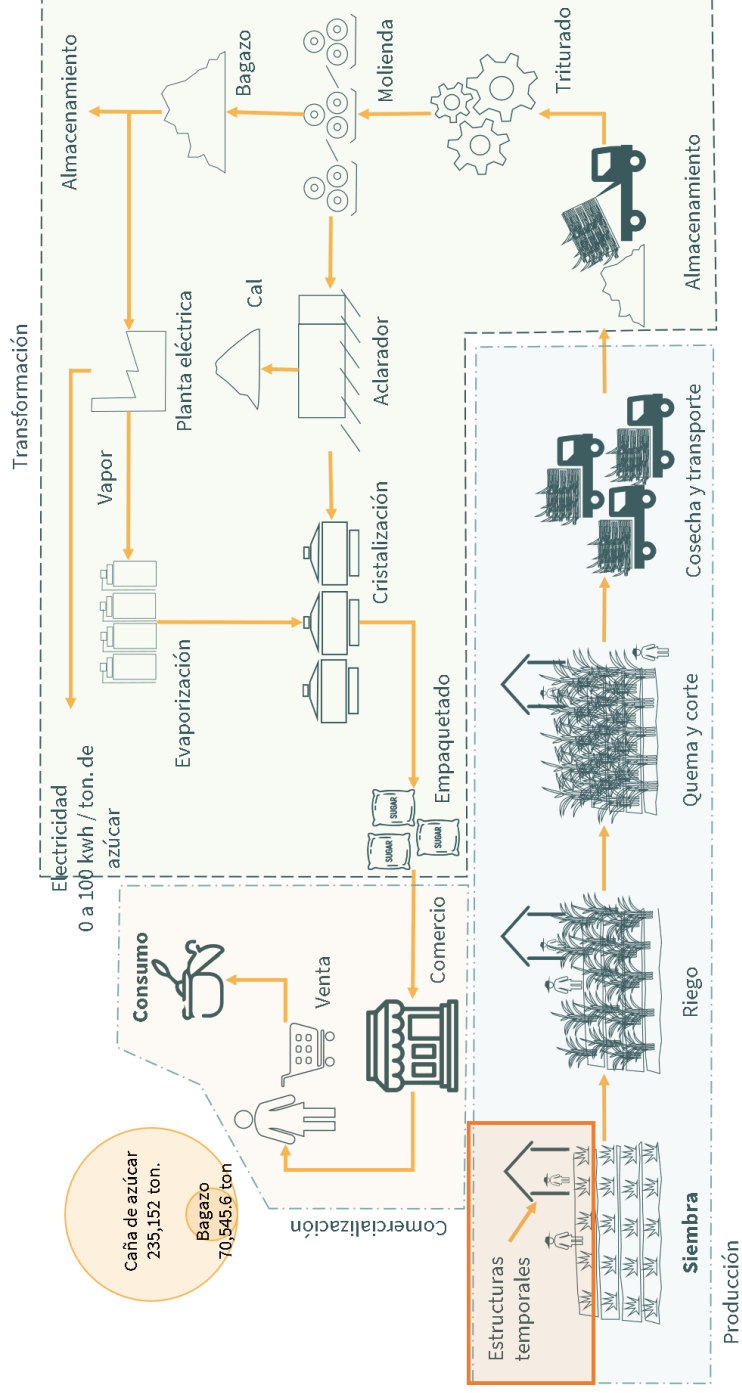


Fig. 100 Ventana de oportunidad dentro del ciclo de vida de la caña de azúcar. Fuente: propia.

Fig. 00 Estructura temporal dentro de un campo de cultivo de caña de azúcar. Fuente: propia.



183

Propuesta objetual



Fig. 00 Aglomerados de madera comercial.
Fuente: <https://materiaefinera.com/glosario/aglomerado/>



Fig. 100 Prototipos de panel de aglomerado del biomaterial de 30x30 cm. Fuente: propia.

El molde se diseñó para crear las placas de las dimensiones antes mencionadas, se realizó con un polín de madera cuadrado de 2 cm formando así un marco, y con el uso de una base y una llana se busca dejar completamente liso el material, el marco fue cubierto con una capa de aceite para evitar que el material se pegara al mismo.

Los prototipos realizados para esta exploración de esta propuesta fueron las siguientes:



Ficha Descriptiva del prototipo		Clave: Prot.01
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos. 9. Desmoldar la pieza y dejar secar.	Clave: Exp-44 Fecha: 23 junio 2022 Hora: 10:45 Material: Bagazo de caña fino Objetivo: Aglomerado de 30x30x2.5 cm	
	Componentes: Agua: 1350 ml Almidón: 337.5 g Glicerina: 112.5 ml Vinagre: 337.5 ml Agregado: 405 g	
Muestras: Pr-01		
Resultados: En este primer prototipo hubo un error en las cantidades ya que se invirtieron las cantidades del almidón y la glicerina, por lo que el material si bien seco, se agrietó y no funciona. se reutilizó el material.		

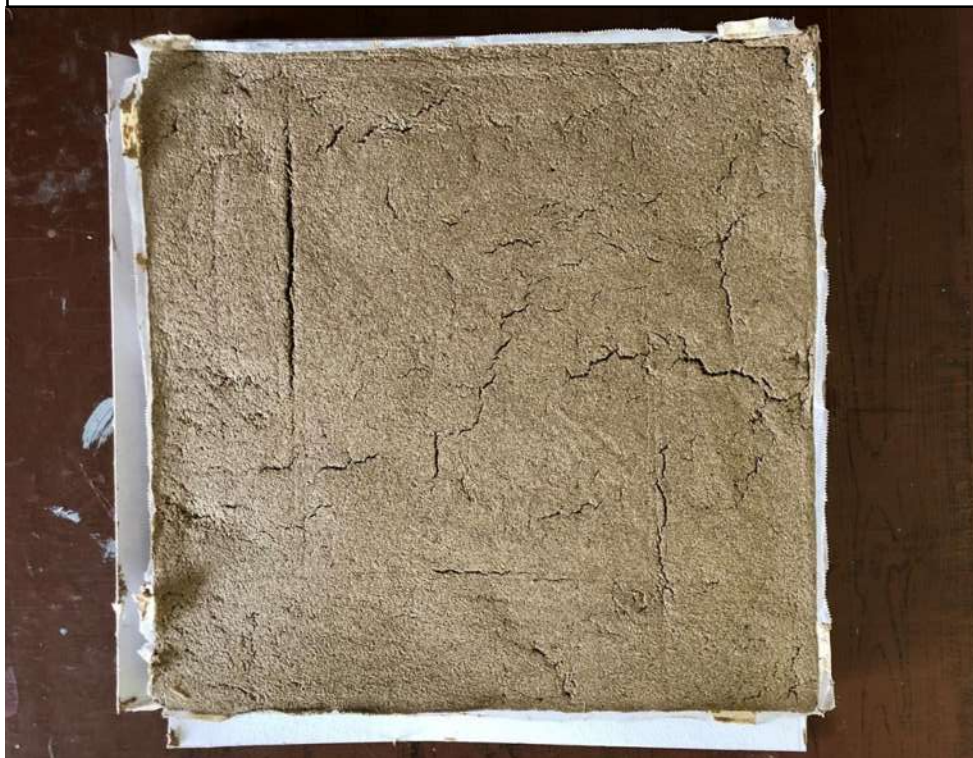


Fig. 00 Prototipo I del aglomerado. Fuente: Propia

Fig. 00 Prototipo I del aglomerado. Fuente: Propia



Propuesta objetiva	Ficha Descriptiva del prototipo		Clave: Prot.02
	Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos. 9. Desmoldar la pieza y dejar secar.	Clave: Exp-45 Fecha: 25 junio 2022 Hora: 18:22 Material: Bagazo de caña fino Objetivo: Aglomerados de 30x30x1.5 cm y 25x15x1 cm	
		Componentes: Agua: 1350 ml Almidón: 112.5 g Glicerina: 337.5 ml Vinagre: 337.5 ml Agregado: 405 g	
188	Muestras: Pr-02-1, Pr-02-2		
	Resultados: Para este segundo prototipo se corrigieron las cantidades de los componentes, y se realizaron dos muestras, una de las mismas dimensiones que la anterior, pero con un grosor de 1cm y una de 25x15 cm. Ambas tardaron más y no terminaron de secar por completo, el material resultante fue muy frágil y conservaba aparente humedad por lo que no funciona y se reutilizo el material.		



Fig. 00 Prototipo 2-2 del aglomerado. Fuente: Propia

Fig. 00 Prototipo 2-1 del aglomerado. Fuente: Propia



Propuesta objetiva	Ficha Descriptiva del prototipo		Clave: Prot.03
	Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos. 9. Desmoldar la pieza y dejar secar.	Clave: Exp-46 Fecha: 24 julio 2022 Hora: 13:00 Material: Combinado, bagazo con huinuma. Objetivo: Aglomerados de 30x30x1.2 cm	
		Componentes: Agua: 687 ml Almidón: 172 g Glicerina: 86 ml Vinagre: 86 ml Agregado: 100 g de bagazo y 100 g de huinuma	
190	Muestras: Pr-03		
	Resultados: Para este segundo prototipo se corrigieron las cantidades de los componentes, y se realizaron dos muestras, una de las mismas dimensiones que la anterior, pero con un grosor de 1cm y una de 25x15 cm. Ambas tardaron más y no terminaron de secar por completo, el material resultante fue muy frágil y conservaba aparente humedad por lo que no funciona y se reutilizo el material.		



Fig. 00 Prototipo 3 del aglomerado. Fuente: Propia

Fig. 00 Prototipo 3 del aglomerado. Fuente: Propia



Propuesta objetiva	Ficha Descriptiva del prototipo		Clave: Prot.04
	Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos. 9. Desmoldar la pieza y dejar secar.	Clave: Exp-47 Fecha: 24 julio 2022 Hora: 19:15 Material: Bagazo de caña Objetivo: Aglomerados de 30x30x1.2 cm	
		Componentes: Agua: 825 ml Almidón: 206 g Glicerina: 103 ml Vinagre: 103 ml Agregado: 270 g	
192	Muestras: Pr-04		
	Resultados: Para este prototipo se reutilizo el material del prototipo 02. Sin embargo, el material a la vista se podía observar con glicerina, por lo que se sugiere que el prototipo 2 no seco por exceso de la misma. Y al utilizarse en este nuevo prototipo el resultado fue similar, no hubo un secado y además el material se agrieto enormemente.		



Fig. 00 Prototipo 4 del aglomerado. Fuente: Propia

Fig. 00 Prototipo 4 del aglomerado. Fuente: Propia



Finalmente, no se logró obtener un prototipo funcional de esta primera propuesta el más cercano fue el prototipo 03, pero se especula la aplicación del mismo (Fig. 00) y como puede una vez perfeccionado ser utilizado en una estructura temporal que sea funcional para los agricultores de la caña de azúcar y otros usos posible de un aglomerado de estos materiales.

Fig. 00 Especulación con el material aplicado 2. Fuente: Propia



Propuesta 02

Dado los resultados de los prototipos de la primera propuesta, se trabaja en una segunda propuesta objetual que, si bien no se inserta directamente en el ciclo de vida de los materiales, si se buscaría sea integrado en el territorio justamente como lo indica un diseño situado.

La segunda propuesta objetual consta de la fabricación de piezas tipo baldosas con un terminado geométrico tridimensional, que puedan ser producidas por y para la comunidad, aportando un valor extra por medio del diseño para las artesanías locales. Para poder realizar los prototipos de esta propuesta es necesario diseñar y construir un molde para poder explorar el comportamiento del material final y su maleabilidad en la adaptación de formas, el objetivo de este molde es generar baldosas que tendrán un fin decorativo.

Para la construcción del molde, primeramente, se realizaron una serie de bocetos de los cuales se eligió el más idóneo y se procedió a dibujar cada pieza, considerando el tamaño de las baldosas hexagonales de 15 cm, las piezas fueron dibujadas en el programa de AutoCAD 2022 y posteriormente cortadas en MDF de 3 mm, con tecnología láser co2. Finalmente, ensambladas y probadas con el material.

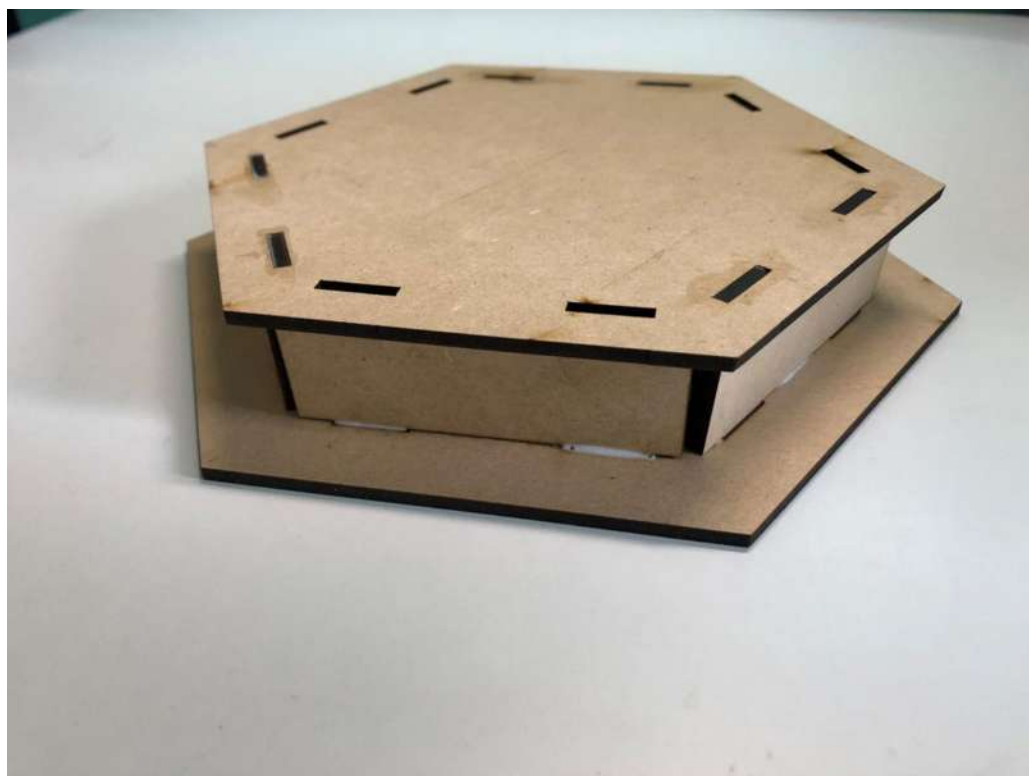


Fig. 00 Molde para la fabricación de las baldosas. Fuente: Propia

El molde se compone de tres piezas, la primera es una base en la cual se encuentra el contenedor, donde será colocada la materia prima, dentro del mismo se podrán colocar las piezas que tiene la función de estampado, la última pieza es una tapa con un elemento sobresaliente que será mediante el cual se preñe el material. Las piezas que componen la base son ensamblables por lo que se pretende no se tenga problema al momento de desmoldar las piezas.

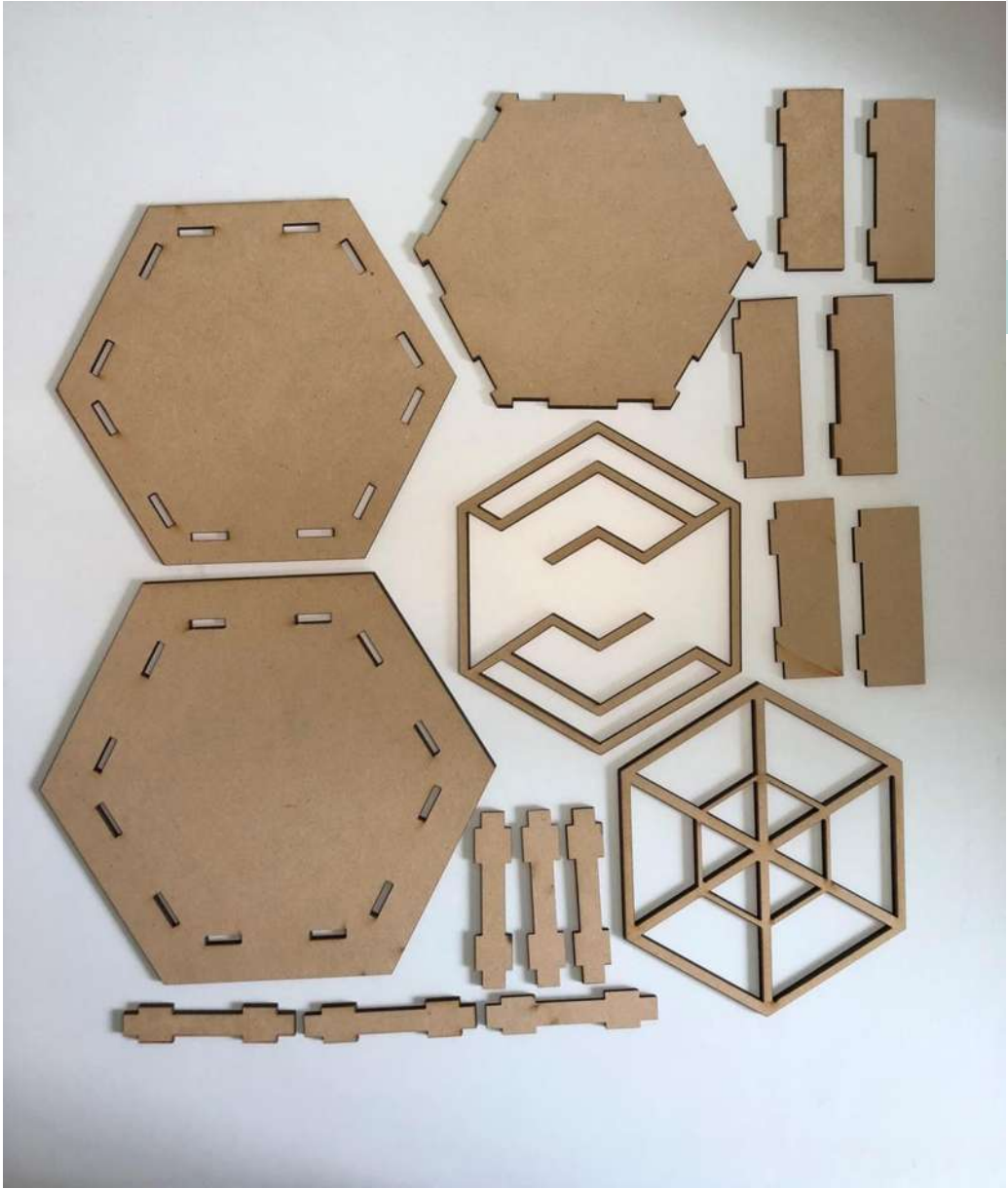


Fig. 00. Piezas de MDF para la fabricación del molde. Fuente: Propia



Fig. 00 Molde para la fabricación de las baldosas. Fuente: Propia

Ficha Descriptiva del prototipo		Clave: Prot.05
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos. 9. Desmoldar la pieza y dejar secar.	Clave: Exp-48 Fecha: 24 julio 2022 Hora: 13:50 Material: Huinuma Objetivo: baldosa hexagonal	
	Componentes: Agua: 183 ml Almidón: 46 g Glicerina: 23 ml Vinagre: 23 ml Agregado: 61 g	
Muestras: Pr-05		
Resultados: Para esta exploración aún no se contaba con el molde final, por lo que de manera provisional se fabricó un molde tipo marco con la forma hexagonal, el resultado seco bien, pero presento deformación en la pieza.		



Fig. 00 Prototipo 5 baldosa. Fuente: Propia

Fig. 00 Prototipo 5 baldosa. Fuente: Propia

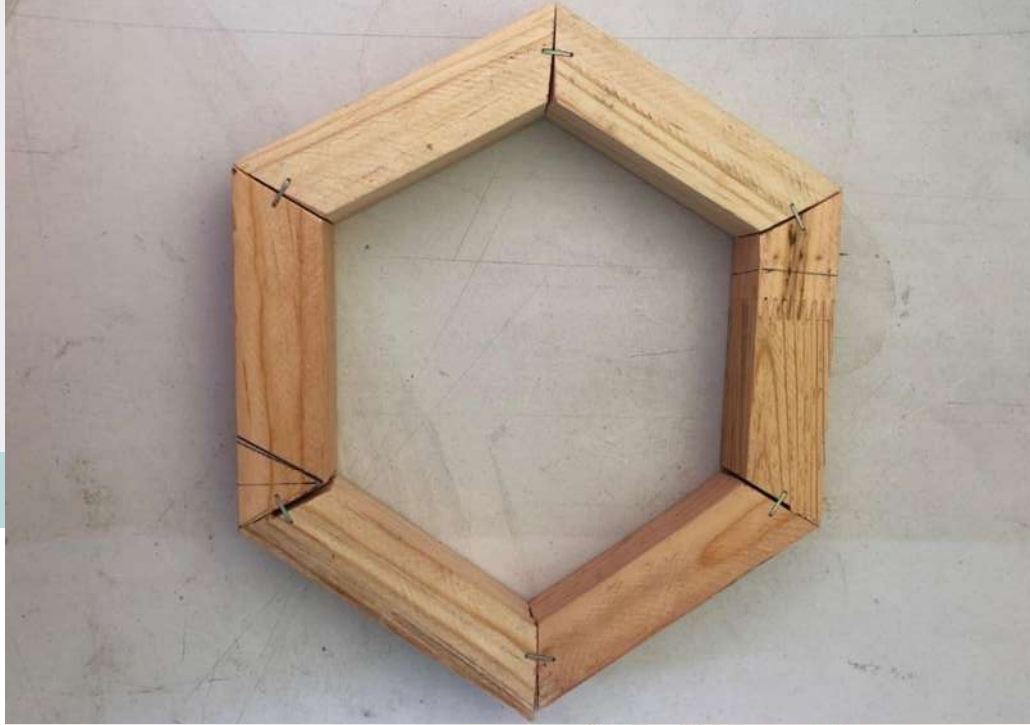


Fig. 00 Molde básico para baldosa hexagonal. Fuente: Propia

Ficha Descriptiva del prototipo		Clave: Prot.06
Procedimiento: 1. Pesar todos los ingredientes. 2. El agua se coloca en una cacerola y se calienta. 3. Se agrega el almidón y el vinagre y se mezcla. 4. Al iniciar el hervor, se agrega la glicerina y se retira del fuego. 5. Se agrega el residuo y se mezcla. 6. Se vacía la mezcla en el molde. 7. Colocar el molde en un lugar ventilado y dejar secar. 8. Monitorear el secado para evitar la generación de microorganismos. 9. Desmoldar la pieza y dejar secar.	Clave: Exp-49 Fecha: 25 julio 2022 Hora: 10:42 Material: Huinumo Objetivo: baldosa hexagonal con textura	
	Componentes: Agua: 240 ml Almidón: 60 g Glicerina: 30 ml Vinagre: 30 ml Agregado: 64 g	
Muestras: Pr-06-1, Pr-06-2		
Resultados: Este prototipo se realizó en el molde final, el resultado fue muy favorable pues, aunque el material presento pequeñas grietas, seco de manera correcta y el molde funciona correctamente, generando las piezas deseadas, por lo que se repitió la receta para multiplicar las baldosas generadas.		



Fig. 00 Prototipo 6 baldosa hexagonal con textura. Fuente: Propia



Fig. 00 Prototipo 6 baldosa hexagonal con textura en molde. Fuente: Propia

Fig. 00 Prototipo 6 baldosa hexagonal con textura. Fuente: Propia



Fig. 00 Prototipo 6 baldosa hexagonal con textura. Fuente: Propia





Fig. 000 Especulación con el material aplicado I. Fuente: Propia

Fig. 00 Especificación con el material aplicado 2. Fuente: Propia



Identidad del producto

Para fortalecer el vínculo entre la comunidad y el biomaterial se propone darle una identidad, esto a través de proponer un nombre y logotipo. El nombre que se le da proviene de la palabra Echeri, del lenguaje purépecha que significa tierra, o terreno, y se retoma pues la tierra es el medio por el cual se produce la vegetación y es la que le da la identidad a la localidad, y Tsikintani del mismo lenguaje que significa retoñar, pues hace alusión a la segunda vida que se le da a las abundancias utilizadas.

El nombre final es Tsikintani- Echeri (Fig. 00) que se puede traducir como retoñar la tierra. El biomaterial es un bio compuesto que se genera a partir de las abundancias locales, es por eso la presencia de ambas materias primas, y las flechas haciendo alusión a la economía circular.



Fig. 00 Logo del biomaterial en positivo y negativo. Fuente: Propia

Fig. 00 Logo del biomaterial. Fuente: Propia

Costo del producto

Finalmente, se realizó un análisis de costos del biomaterial, incluyendo dentro del desglose costos por recolección, procesado, insumos, producción y valor agregado (Fig. 00), considerando una producción artesanal. El costo de una placa de 1.22x2.44 m con un espesor de 12 mm según el material, es decir 0.036 m³, sería el siguiente desglose de los materiales:

Material	Cantidad	Costo (l u)	Total
Agua	21.43296 l	\$1.90	\$40.72
Glicerina	5.35824 l	\$100.00	\$535.42
Vinagre	1.78608 l	\$15.24	\$27.22
Almidón	5.35824 k	\$99.00	\$530.47
Bagazo de caña	7.14432 k	\$4.17	\$29.79
Huínumo	14.28864 k	\$4.60	\$65.73
Combinado	10.71648 k	\$4.40	\$47.15
Jornada de trabajo	1 día	\$172.87	\$172.87
Panel de biocompuesto bagazo			\$1,470.14
Panel de biocompuesto huínumo			\$1,509.67
Panel de biocompuesto combinado			\$1,489.24
Baldosa hexagonal 15 cm bagazo			\$29.00
Baldosa hexagonal 15 cm huínumo			\$29.00
Baldosa hexagonal 15 cm combinado			\$29.00

Fig. 00 Tabla del desglose de precios. Fuente: Propia



Fig. 00 Especificación de un panel de medida comercial. Fuente: Propia

Un panel de MDF de 15 mm de espesor, 1.22 x 2.44 m, las mismas características del material propuesto, de la marca ARAUCO tiene un valor en el mercado de \$715.00, por lo que el biomaterial tiene un costo un poco elevado, sin embargo, las características de bio degradabilidad le dan un plus. Los precios anteriores son a la fecha del presente documento, algunos de los datos a considerar son:

La recolección y tratamiento. El precio marcado en cada abundancia considera la recolección, ya que la abundancia por sí misma no tiene costo, se consideró la distancia y el tiempo necesario para recolectar 2 costales de cada material, tomando en cuenta el salario mínimo del 2022 que es de \$172.87 pesos, el costo de la gasolina que es de \$22.60, dándonos un costo por kilo de abundancia de \$4.17 pesos para el bagazo y \$4.60 para el huinumo, considerando que un costal de bagazo contiene aproximadamente 12.32 k, y uno de huinumo 9.86 k, dentro de los cuales también se considera el tiempo de tratado del material.

La producción. En esta parte se considera la mezcla, vaciado en molde y desmolde de cada panel, así como el cuidado, en tiempo de trabajo bruto se estima un periodo de 8 horas por panel.

Valor agregado. Para el valor agregado se estima un 10% del precio final del costo de material más producción.

Conclusiones

A manera de conclusión de todo este arduo proyecto de investigación, iniciare mencionando que la exploración con el bagazo de caña y el huinumo abrió una puerta de oportunidad de emprender el proyecto a una escala de implementación básica pero ya fuera de una idea, siendo ejecutado en la realidad, lamentablemente por los alcances de la misma no pudo llegar a ser el caso, sin embargo esta tesis concluye una etapa, mas el proyecto no finaliza.

Después de haber analizado los resultados materiales obtenidos, se puede afirmar que ambos materiales tanto juntos como de manera independiente tienen las características necesarias para que con un trabajo mas desarrollado y especializado se pueda realizar paneles de estos materiales y puedan ser implementados en objetos dentro de la comunidad.

Se pretende que esta investigación sea vista por otros diseñadores y profesionales de otras áreas interesados en los materiales, sea una provocación motivación e inspiración para iniciar o continuar con proyectos de carácter biomaterial, pues justamente uno de sus objetivos es contribuir en el campo aportando mas y nuevo conocimiento, así como una herramienta que permita que nuevos proyectos se gesten.

Ahora bien, si bien las propuestas objetuales quedaron en meros prototipos se seguirán perfeccionando hasta obtener los objetos planteados pues este proyecto de manera personal abrió una nueva pasión profesional en el campo de los biomateriales, en el cual seguiré experimentando y contribuyendo al mismo. Una gran enseñanza de este proyecto fue que el diseño no es un proceso lineal ni estático, pues por su misma esencia es dinámico y solo a través de los ajustes, cambios y entendimientos que del proceso y las técnicas es que se obtienen resultados significativos, no por el resultado en si, si no por todo el conocimiento generado.

Otro aspecto importante y que fue clave no solo en esta investigación si no también a lo largo de los estudios de la maestría es la confrontación con la realidad, como diseñadores no podemos estancarnos en solo diseñar y creer que el diseño funcionara totalmente al ser insertado en el contexto para el cual fue diseño, todo siempre será perfectible, pero en el caso del diseño es necesaria la confrontación con la realidad desde la concepción de la idea, para evitar gastar energía en procesos que no tendrán un valor al final.

Si bien el proyecto no se llevo a la realidad, pues tuvo que concluir antes de poder pasar a esa etapa, hablando del objeto como tal, si se tuvo desde el inicio y fue parte importante del proceso entender el contexto, en este caso del territorio para poder identificar las abundancias y mantenerlo actualizado pues el mundo esta en constante cambio, justamente al inicio del proyecto con la idea de utilizar el residuo de la zarzamora, se tuvo este aprendizaje pues lo que en un espacio temporal era un residuo se vio afectado por otras esferas y cobro un valor, es ahí la importancia de siempre involucrar la realidad con las etapas de cualquier proceso.

Las materialidades que destacaron dentro de este proyecto tienen ese valor dentro del territorio de no ser consideradas aun como materia prima, pues se sabe que son materiales que en otros espacios ya son utilizados en proyectos a nivel mundial, cosa que lejos de

Restarle valor, lo resalta.

Desde el aspecto ambiental, se busco siempre en cada etapa del proyecto que fuera sustentable, desde los procesos que se realizaron desde casa, hasta la reutilización de las pruebas fallidas, pues se buscaba a la par que el proyecto como investigación no generara mas impactos de los que se busca minimizar.

El objetivo de la investigación era encontrar una posibilidad material a partir de la identificación de abundancias dentro del municipio de Tacámbaro, y en este aspecto se logro, aunque no al nivel de definir el material final, pues si bien los materiales resultantes son completamente funcionales a nivel pequeño, al momento de cambiar la escala esto no funciona lo que requirió que se modificaran las cantidades para lograr prototipos reales y en este aspecto no se logro definir una mezcla que funcionara en el caso de los aglomerados de 30 cm, esto sin embargo no fue así para las baldosas pues debido a su tamaño el material funciona bastante bien.

Finalmente, todo este proceso deja claro una cosa, si se pueden hacer las cosas de manera diferente, lo que falta es la motivación y dar el primer paso, creo sinceramente que los biomateriales tendrán cada día un valor e impacto mayor en la sociedad pero sobre todo en el medio ambiente.

Glosario de términos

Este apartado se compone de conceptos recurrentes en el campo de estudio planteado para esta investigación, por lo cual se presentan aquellos más relevantes para el mismo.

Abundancia. Del lat. Abundantia. Gran cantidad. (RAE, 2022)

Bio basado. Se refiere a los componentes de un material, siendo estos derivados de biomasa, es decir de fuentes naturales. (romero, g. 2021)

Biodegradable. Hace referencia a la forma en que se descompone, en este caso el material se descompone en los elementos químicos que lo forman por acción de agentes biológicos (plantas, animales, bacterias) junto con agentes físicos (agua, sol, intemperie). (romero, g. 2021)

Biofabricación. Es un modelo de producción basado en la biotecnología para la creación de materiales y productos, bio fabricar es diseñar con vida y desde el conocimiento de los sistemas biológicos, lo que abre un abanico de alternativas al diseño de materiales. Trata de usar la biología para diseñar las condiciones para el crecimiento y mantenimiento del producto final. (Fernández, o. 2020)

Ciclos de vida. Serie de etapas consecutivas e interrelacionadas de un producto, desde el uso de su materia prima hasta su eliminación final. (RAE, 2022)

Compostable. El material se degrada biológicamente, generando con ello dióxido de carbono, agua, compuestos inorgánicos y biomasa. Finalmente, la materia se convierte en abono. En el caso de esta investigación, el material obtenido entra en esta categoría. (romero, g. 2021)

Contexto. Conjunto de circunstancias que rodean una situación y sin las cuales no se puede comprender correctamente. (oxford languages, 2020)

Desarrollo sustentable. Es un proceso integral que exige a los distintos actores de la sociedad compromisos y responsabilidades en la aplicación del modelo económico, político, ambiental y social, así como en los patrones de gasto que determinan la calidad de vida. (UNESCO, 2019).

Desecho. Es aquello que queda después de haber escogido lo mejor y lo más útil de algo; cosa que, por usada o por cualquier otra razón, no sirve a la persona para quien se hizo. (RAE, 2018)

Diseño experimental. Es el diseño basado en la iteración, aleatoriedad y variables, como medio de innovación en procesos creativos para resolver problemas. (estrada, 2019)

Diseño situado. Hace referencia al sitio, es el diseño de productos o servicios que son creados a partir del territorio y con estrecha relación al mismo. (Álvarez, 2022)

Diseño. Actividad creativa que tiene por fin proyectar objetos que sean útiles y estéticos. (Oxford languages, 2020)

fabricación análoga. Son las actividades realizadas bajo técnicas de producción artesanal y manufactura de baja tecnología. (Perea, 2019)

Bibliografía

"<https://www.miyuca.it/> @2022 Miyuca d. Castagnaro Jasmin. Miyuca d. Castagnaro Jasmin"

Ainhoa, m. (2009) diseño gráfico sustentable, españa foro alfa. [Http://foroalfa.org/es/articulo/178/diseño_Gráfico_sustentable](http://foroalfa.org/es/articulo/178/diseño_Gráfico_sustentable)

Álvarez, j. (2022). Futuros posibles, transformación material a partir de plantas invasoras. Facultad de arquitectura. UMSNH. Tesis

Ana Isabel Fernández otero (2020). Pasta fría cocinas, residuos e impresión 3d. Tesis. Máster universitario en investigación y experimentación en diseño. Bau, centro universitario de diseño de Barcelona.

Andrea arroyo bucio (2021). Nueva cultura material: experimentación domestica con láminas de origen biológico. Tesis MDA faum UMSNH.

Antonio serrano acitores y Javier Zubiaur chalmeta. (s/f). Economía lineal vs. Economía circular. ¡vuélvete circular! [Https://www.antonioserranoacitores.com/economia-lineal/](https://www.antonioserranoacitores.com/economia-lineal/)

Bak-Andersen, mette. (2018). "cuando la materia conduce a la forma: el diseño guiado por el material (MDD, material driven design) y la sostenibilidad" [when matter leads to form: material driven design for sustainability]. Temes de disseny 34: 10-31.

Barrionuevo, Myriam elisabethl; flores, Liliana beatriz2; dussi, maria claudia2.

Berrios f., muñoz j., rubio m., Aravena p., Guevara, j. (2020). Estudio de biomateriales. Taller de título: tecnología y sociedad.

Biohm: Orb material. Biohm limited. (2016). Orb organic refuse bio-compound. [fotografía] recuperada de <https://biohm.co.uk/orb>

Biology studio (2022) <https://biologystudio.com.mx/>

Borges, a. (2014). Diseño sustentable: más con menos, cuadernos del centro de investigación en economía creativa (ciec), (9) febrero, México: centro de diseño, cine y televisión.

Braungart Michael & William McDonought. Cradle to cradle. Madrid: editorial mcgraw-hill, 2002.

Caballero, r. (2020). Exploración material a partir de residuos orgánicos domésticos. [tesis] universidad michoacana de san Nicolás de hidalgo.

CCA (2017). Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en américa del norte, informe sintético. Comisión para la cooperación ambiental, Montreal, Canadá.

Cerda, e., khalilova, a. (2017). Economía circular. Economía circular, estrategia y competitividad empresarial.

Chams ch, linda3

Chip[s] board: proceso de diseño. Chip[s] board. (2016-2018). Circular economy. [imagen]. Recuperada de <https://www.chipsboard.com/about-us>

Chipsboard.com

- CONABIO. (2020). Biodiversidad mexicana. Caso Michoacán. https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/m_ecosistemas/michoacan 21/04/2020
- Corn board (2016) textura de placa de corn board. Recuperado de <https://www.corn-board-manufacturinginc.com>
- cury r, katial m.sc. Aguas m, yelitzal* m.sc, Martínez m, anal esp, olivero v, rafael2 m.sc.
- Daniela Aimé Orozco nieto. (2020). Papel del consumidor en la economía circular. <https://www.reciclaelectronicos.com/blog/2020/01/economia-circular/>
- De ciencia animal
- Design thinking españa (2017, septiembre 17). Design thinking. Descubre la metodología más potente de innovación. <https://xn--designthinkingespaa-d4b.com/>
- Dinngo (s/f). Design thinking en español. Consultado el 01 de marzo del 2022 de <https://www.designthinking.es/inicio/index.php>
- E. Karana, b. Barati, v. Rognoli, a. Zeeuw van der Laan. Material driven design (MDD): a method to design for material experiences. International journal of design. 9 (2) (2015) 35-54.
- Ellen MacArthur foundation. (s/f). Hacia una economía circular: motivos económicos para una transición acelerada. Resumen ejecutivo de la investigación de la fundación Ellen MacArthur.
- Ellen MacArthur foundation. (s/f). Introducción a la economía circular. <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- endémico (2019). LABVA: biomateriales y materialidad cultural. Recuperado de <https://www.endemico.org/home-post/LABVA-biomateriales-materialidad-cultural/>
- Falappa, m., Lamy, m., Vázquez, m. (2019). De una economía lineal a una circular, en el siglo xxi. Facultad de ciencias económicas. Universidad nacional de cuyo.
- Feijóo k et al. (2021). Bio productos desarrollados a partir de micelio de hongos: una nueva cultura material y su impacto en la transición hacia una economía sostenible. Volumen 6 / número 1 <http://www.revistabionatura.com>
- Fuente: <https://concepto.de/bosque-de-coniferas/#ixzz7snepbwse>
- Fuente: <https://concepto.de/bosque-de-coniferas/#ixzz7sney36zx>
- Fuente: <https://concepto.de/bosque-de-coniferas/#ixzz7snfgz3bu>
- Fundación aquae. (2017, enero 27). La metodología design thinking: definición y fases. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/que-es-el-design-thinking/>
- García h., barajas d.f., & alarcón, m.l. (2014). Experimentación de materiales, un camino para la sustentabilidad en el diseño. Revista de investigación desarrollo e innovación. 4(2), 87-94.
- Gobierno del estado de Veracruz. Secretaría de medio ambiente. (2019). Economía circular.
- Gómez, a., yori, s. (2018). Aprovechamiento de recursos renovables en la obtención de nuevos materiales. Ingenierías usb med., 9 (1), 69-74.
- González, r. (2016). Cradle to cradle re diseño y re evolución. Escuela técnica superior de arquitectura de Madrid.

Gutiérrez Díaz, et al. (2021). Biomaterial obtenido a partir de micelio de hongo (ganoderma lucidum) y residuos agrícolas. South Florida journal of development, miami, v.2, n.3, p. 4663-4681 special edition, jul. 2021. Issn

Gutiérrez, d.; Hernández, d.; estrada f.; Álvarez c.; romo m.; mendoza m. (2021). Biomaterial obtenido a partir de micelio de hongo (ganoderma lucidum) y residuos agrícolas. South florida journal of development, miami, v.2, n.3, p. 4663-4681 special edition. Issn

Guy, y (s/f). Material driven design. Consultado el 01 de marzo del 2022 de <https://mdef.gitlab.io/jessica.guy/reflections/material-driven-design/>

Haro, v., borja, a., triviño, b. (2017). Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables. Revista científica dominio de las ciencias, 3 (2), 506-525.

<http://ticcesummateriales.blogspot.com/2018/02/historia-de-los-materiales.html>

<Http://www.kokoboard.com/en/>

<Https://ciatej.mx/el-ciatej/comunicacion/noticias/revalorizacion-de-residuos-agroindustriales--caso-jalisco/194>

<Https://dedanu.ie/blogs/learn/circular-economies-and-green-chemistry>

<Https://economiasustentable.com/noticias/madera-por-cáscaras-de-coco-crean-pallets-biodegradables-y-buscan-salvar-a-millones-de-arboles>

<Https://ecovatedesign.com/>

<Https://freeman.la/la-filosofia-DIY-o-hazlo-tu-mismo-una-forma-de-practicar-el-outdoors/#:~:text=tiene%20su%20origen%20en%20la,a%20trav%c3%a9s%20de%20la%20industria.>

https://iteso.mx/web/general/detalle?group_id=19320954

<https://mtpak.coffee/es/cual-es-la-huella-de-carbono-de-una-taza-de-cafe/>

<Https://opensource.org/>

<Https://pt.wikipedia.org>

Https://pt.wikipedia.org/wiki/%c3%81rea_de_prote%c3%a7%c3%a3o_ambiental_da_serrinha_do_alambari#clima

<Https://www.biodiversidad.gob.mx/difusion/cienciaciudadana/aurbanos/buscar.php>

<Https://www.biohm.co.uk/>

<Https://www.chipsboard.com/>

<Https://www.cocopallet.com>

<Https://www.cornboard.com/>

<Https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>

<Https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular>

<https://www.fadu.unl.edu.ar/polis/biomateriales-y-diseno-industrial-una-experiencia-interdisciplinar-en-contexto-rural/#:~:text=la%20biofabricacion%20permite por, a%20utilizar%20como%20materia por ciento%20reflexionar%20acerca%20prima.>

<https://www.LABVA.org/>

<https://www.miyuca.it/>

<https://www.quintatrends.com/2021/06/biology-studio-investigacion-biomateriales-mexico.html>

<https://www.ted.com/>. http://www.ted.com/talks/lang/en/suzanne_lee_grow_your_own_clothes.html

Jácome, v; suntaxi, a. (2019). Análisis de las propiedades de bloques de construcción a partir de la fabricación de los mismos, con materiales reciclados como el pet, cascarilla de arroz, bagazo de caña de azúcar y cáscara de cacahuete. [tesis] universidad laica vicente rocafuerte de guayaquil.

Jacovkis, David (2009). «el software libre: producción colectiva de conocimiento». En: «software libre [monográfico en línea]. ldp. Revista de internet, derecho y política. N.º 8. Uoc.

Javier Álvarez duran (2022). Futuros posibles, transformación material a partir de plantas invasoras. Tesis MDA faum UMSNH.

Luis acosta Fuenmayor. (s/f). Economía circular y economía lineal. Diferencias, conceptos y características. <https://ecogreenmundo.com/diferencias-entre-la-economia-circular-y-la-economia-lineal/>

Lynch, k. (2005). Echar a perder: un análisis del deterioro. Barcelona, España. Gustavo gili.

Marcet x, Marcet m y vergés f. (2018). P4 papeles del pacto industrial ¿qué es la economía circular y por qué es importante para el territorio? Associació pacte industrial de la regió metropolitana de Barcelona (4)

María estela peralta-Álvarez, francisco aguayo-González, juan ramón lama-Ruiz (2010). Ingeniería sostenible de la cuna a la cuna: una arquitectura de referencia abierta para el diseño c2c. Universidad de Sevilla. 3308.99-1 desarrollo sostenible

McDonought, w. & Braungart, m. (2002). Cradle to cradle. Remaking the way, we make things. (Primera). New York: north point press.

McDonought, w., Braungart, m. (2005). De la cuna a la cuna. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas. España. Editorial mcgraw-hill.

Mercedes blanco cámara. (2018). La economía circular y su perspectiva de mercado. <https://auren.com/es/blog/la-economia-circular-y-su-perspectiva-de-mercado/>

Munari, b. (2016). ¿cómo nacen los objetos? Segunda; m. Puente, ed. Barcelona. Gustavo gili.

Myers, w. (2018). Bio design nature science creativity. Revised and expanded edition. Foreword by paola Antonelli. The museum of modern art (moma).

"No se trata solo de decorar el mundo... sino de asumir la responsabilidad"

Olafr Eliasson

